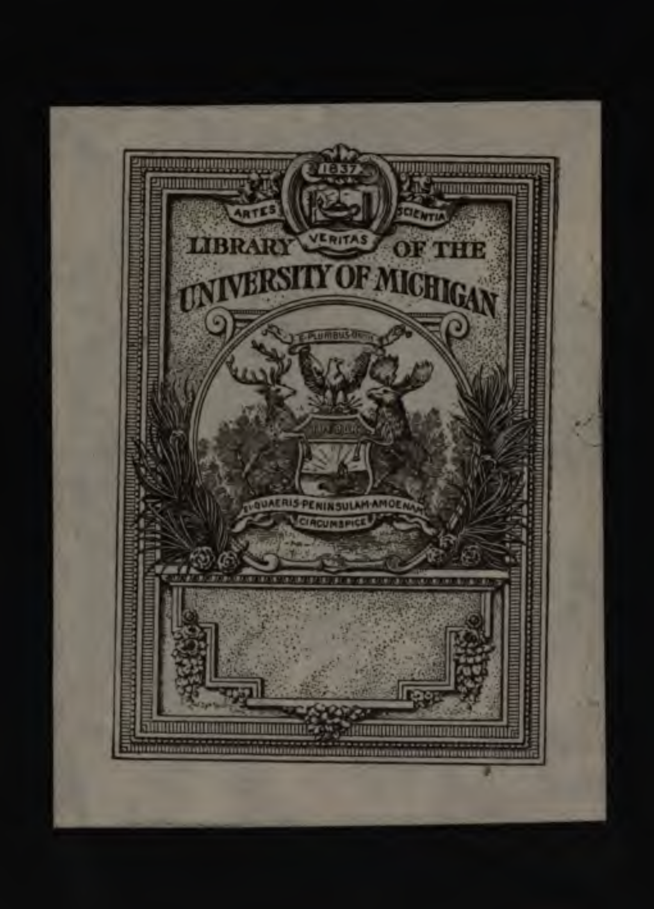
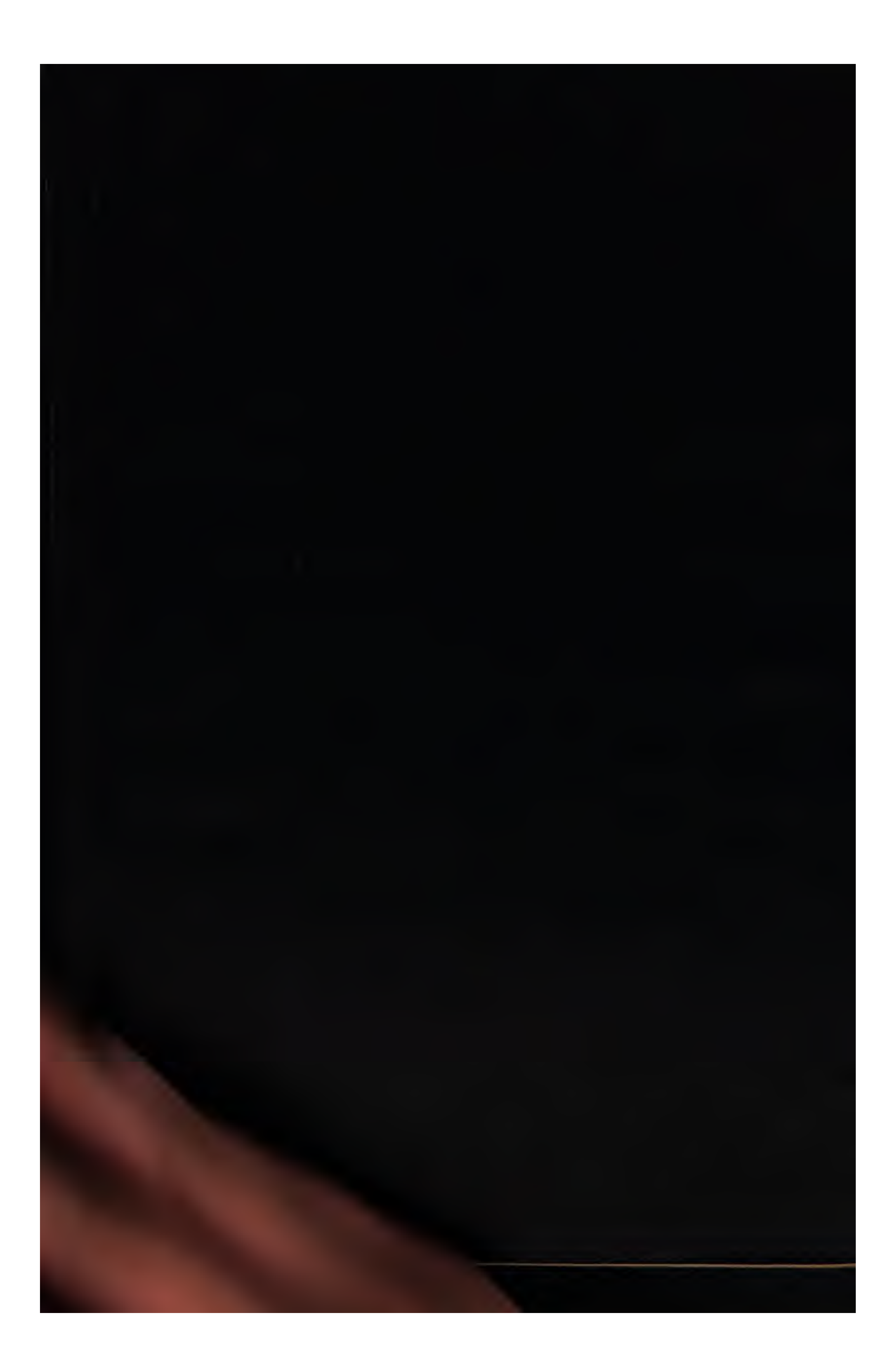
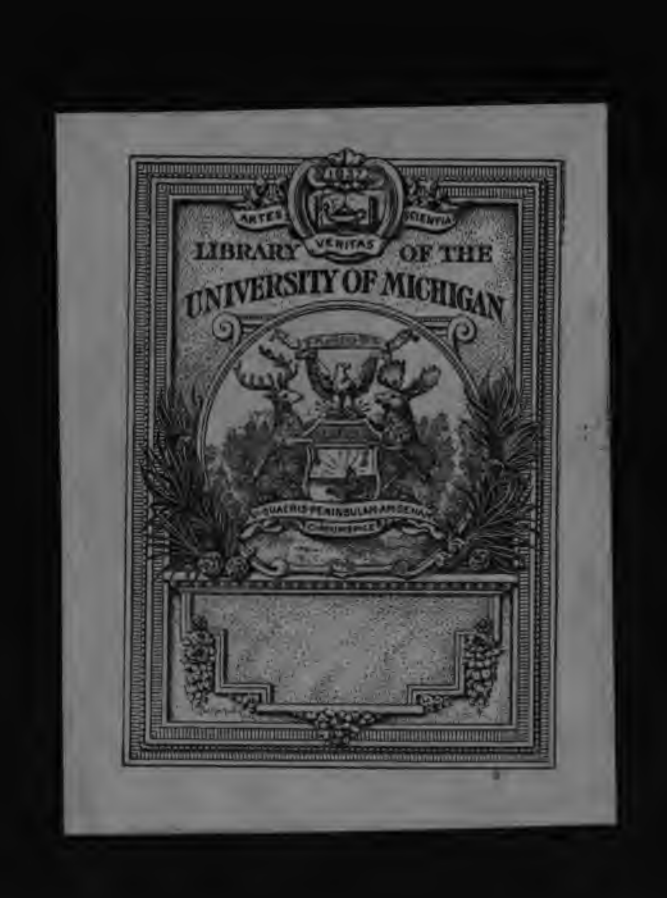
Waldvermessung und Waldeintheilung

von

Adolf Runnebaum


1837
ARTES
SCIENTIA
VERITAS
LIBRARY OF THE
UNIVERSITY OF MICHIGAN
E PLURIBUS UNUM
SI QUAERIS PENINSULAM AMOENAM
CIRCUMSPICE




ARTES
VERITAS
SCIENTIA
LIBRARY OF THE
UNIVERSITY OF MICHIGAN
SI QUAERIS PENINSULAM AMOENAM
CIRCUMSPICE



Mn. R.

Waldvermessung und Waldeintheilung.

Anleitung
für
Studium und Praxis

von

Adolf Runnebaum,
Königl. Forstmeister an der Forstakademie zu Eberswalde.

Mit 78 in den Text gedruckten Figuren und 7 Tafeln.



Berlin.
Verlag von Julius Springer.
1890.

Dem geliebten Lehrer

dem Großherzoglich Sächsischen Oberlandforstmeister

und Direktor der Forstlehranstalt zu Eisenach

Herrn Dr. Carl Grebe

zu seinem 50jährigen Dienstjubiläum

in dankbarer Verehrung

gewidmet

vom

Verfasser.

Vorwort.

Die vorliegende Schrift bildet seit einiger Zeit die Grundlage zu meiner Vorlesung über Waldvermessung an hiesiger Forstakademie. Sie macht keinen Anspruch auf ein vollständiges Handbuch der Geodäsie und enthält weder eine systematische Entwickelung aller für die Vermessungskunde wichtigen mathematischen Sätze, noch eine eingehende Beschreibung der geodätischen Instrumente. Zur Herausgabe eines solchen Lehrbuches ist keine Veranlassung vorhanden. Wohl aber fehlt uns in der forstlichen Literatur eine Anleitung zur Ausführung von Waldvermessungs- und Waldeintheilungsarbeiten verschiedenster Art. Diese Lücke soll die Schrift ausfüllen. In erster Linie den Studirenden als Leitfaden in den Vorlesungen dienend, soll sie auch weiter der Praxis im Walde, aus welcher sie ihren Ursprung genommen hat, als erwünschter Rathgeber dienstbar werden.

Eberswalde, im März 1890.

Der Verfasser.

Inhalts-Verzeichniß.

Zweite Abtheilung: Die Waldeintheilung.

Einleitung.

Die genaue trigonometrische und geometrische Aufnahme, sowie die kartographische und tabellarische Darstellung der Waldflächen bildet die wichtigste und unerläßliche Grundlage für die verschiedenartigsten Einrichtungen und Arbeiten im Forsthaushalte.

Ohne genaue Kenntniß der Lage und Ausdehnung des Waldgrundes, der Eigenthumsgrenzen, ist überhaupt keine Sicherung des Waldgrundbesitzes denkbar; ohne genaue Kenntniß der Bodenkonfiguration, der so mannigfach wechselnden Höhen und Formen des Terrains, wird keine sichere Basis für den Entwurf, die Absteckung von Weg- und Eintheilungsnetzen gewonnen, und ohne genaue Kenntniß der Größe des Waldes ist die rationelle Grundsteuerveranlagung, die Waldeintheilung, die Bildung von Verwaltungs- und Schutzbezirken u. s. w., sowie die Ausführung verschiedenartiger anderer Arbeiten im Walde — Taxation, Waldwerthberechnung, Ablösung von Berechtigungen u. s. w. — eine Unmöglichkeit.

Nicht minder wichtig ist aber auch eine Zerlegung der Waldflächen in Flächenabschnitte von passender Begrenzung und Form, zweckmäßiger Größe und Aneinanderreihung. Schon zur Zeit, als die Einführung einer geregelten Forstwirthschaft Bedürfniß wurde, erkannte man, daß ohne geometrische Eintheilung des Waldes keine sichere Grundlage für die Wirthschaftseinrichtung, für die planmäßige Einreihung der Bestände in die Nutzungsperioden, für die folgerechte Hiebsführung und für die Ertragsbestimmung, sowie auch keine

sichere Grundlage für die Buch- und Rechnungsführung und ebenso wenig eine rasche Orientirung zu schaffen war. Die Neuzeit fordert aber noch weiter, daß nicht nur die Form, Größe, Aneinanderreihung und annähernd gleiche Ertragsfähigkeit bei Bildung der Flächenabschnitte zu berücksichtigen sind, sondern, daß die Weglinien auch thunlichst zur Begrenzung der Eintheilungsfiguren mit verwendet werden, damit der bessere Aufschluß der Wirthschaftsfigur erzielt und der Verbrauch an holzproduktiver Fläche auf ein Minimum reduzirt wird.

In Erwägung dieser Verhältnisse schenkt man darum auch der Vermessung, Eintheilung und dem Wegebau in allen Forstverwaltungen in neuerer Zeit eine große Aufmerksamkeit. Von besonderer Wichtigkeit ist hierbei nun die Frage: ob die in einigen Staaten bereits ausgeführten oder in Ausführung begriffenen Landesvermessungen unseren forstwirthschaftlichen Zwecken genügen?

Was die Landesaufnahme in Preußen anlangt, so ist seit dem 20. Juni 1870 ein Centraldirektorium der Vermessungen gegründet, welches zusammengesetzt ist aus dem Chef des Generalstabes der Armee als Vorsitzenden und aus Kommissarien der einzelnen Ministerien. Dieses Centraldirektorium stellt für die Landesaufnahme folgende Fundamentalforderungen auf:

1. Triangulation mit 10 im Terrain versteinten Punkten auf einer Quadratmeile.
2. Topographische Aufnahme mit Meßtisch und Kippregel in 1 : 25 000 unter Einzeichnung äquidistanter Niveaukurven mit einem jährlichen Arbeitsquantum von 200 Quadratmeilen.
3. Veröffentlichung dieser Aufnahmen im Originalmaßstabe und in Reduktionen.

Die Vermessungsleitung ist einem Chef der Landesaufnahme übertragen, welcher unter die Direktion des Chefs des Generalstabes gestellt ist. Die Landesaufnahme selbst gliedert sich in eine trigonometrische, topographische und kartographische Abtheilung, von welcher wiederum jede einem Dirigenten unterstellt ist.

Was die Arbeiten der trigonometrischen Abtheilung anlangt, so fällt derselben die Aufgabe zu, die Grundlage der Landesvermes-

sung, die trigonometrische Netzlegung, d. h. die Bestimmung einer Anzahl von Punkten über das Gebiet des gesammten Staates in ihrer gegenseitigen horizontalen und vertikalen Lage auszuführen. Unter Befolgung des wichtigen geodätischen Grundsatzes: vom Großen ins Kleine zu arbeiten, wird zunächst über den ganzen zu vermessenden Staat ein zusammenhängendes Netz von Dreiecken I. Ordnung konstruirt, welches die einzelnen Strecken rahmenförmig umschließt. Diese Dreieckspunkte werden mit der größten Sorgfalt ausgewählt, sollen das ganze Dreiecksnetz vor Verschiebung sicher stellen und haben eine mittlere Entfernung von 60 km. Sie werden im Terrain vor der Winkelmessung durch Steine fixirt, nach dem Namen der Ortschaften, wo sie sich befinden, benannt und mit den vorzüglichsten Instrumenten — Theodoliten von 25 cm Durchmesser mit mikroskopischer Ablesung und $^1/_{10}$ Sekunde Angabe — 24 Mal in 12 verschiedenen Stellungen des Kreises beobachtet. Die Ausgleichung der Beobachtungsfehler erfolgt nach der Methode der kleinsten Quadrate. Als Visirobjekte dienen Heliotrope.

Unter Anwendung von guten Basismeßapparaten — Apparat von Bessel — werden die Grundlinien des Dreiecksnetzes, $^7/_8$ Meile im Maximum haltend, gemessen und die Längen der Dreiecksseiten nach den schärfsten Formeln, welche die Wissenschaft bietet, berechnet. Als Grenze für die Brauchbarkeit einer Dreiecksseite ist ein mittlerer Fehler von $^1/_{100000}$ der wirklichen Länge festgesetzt.

Durch Verbindung dieses Dreiecksnetzes mit der Sternwarte Berlin und durch das gemessene Azimuth einer Dreiecksseite wird dessen geographische Länge und Breite bestimmt. Das endliche Ergebniß dieser Messungen sind die in geographischer Länge und Breite ausgedrückten Coordinaten der Dreieckspunkte.

In das so konstruirte Dreiecksnetz I. Ordnung wird ein Netz von Dreiecken II. Ordnung mit Seitenlängen von $1^1/_2$ bis 3 Meilen hineingelegt, für welches die Seiten von Hauptdreiecken als Basen dienen. Die zwölfmalige Beobachtung eines jeden Winkels wird in 6 verschiedenen Kreisstellungen mit achtzölligen Theodoliten ausgeführt, deren Mikroskope $^1/_2$ Sekunde noch durch Schätzung angeben. Als Zielobjekt fällt bei den meist kurzen Entfernungen der Heliotrop fort und dient als solches die Spitze der über dem Dreieckspunkte aufge-

stellten Pyramide. Die Berechnung der Punkte ist jener I. Ordnung analog und ihre Lage wird ganz ebenso in geographischer Breite und Länge angegeben. — Endlich kommt in beide Netzlinien hinein das Detailnetz mit seinen Punkten III. und IV. Ordnung, dessen Seiten $1^1/_2$ bis $^1/_3$ Meile betragen. Mit kleinen fünfzölligen Theodoliten, bei welchen die Mikroskope mittelst Schätzung ganze Sekunden angeben, findet eine 6malige Winkelbeobachtung an drei verschiedenen Kreisstellungen auf den Punkten III. Ordnung statt. Die Dreieckspunkte II. und III. Ordnung werden auch durch Steine gesichert, während die Punkte IV. Ordnung (Kirchthürme, Schornsteine u. s. w.) nicht weiter markirt und nur durch mehrfache Schnitte von außen her festgelegt werden. Die Resultate dieser Bestimmungen werden auch hier in geographischer Breite und Länge angegeben.

Außer der Bestimmung der horizontalen Lage der trigonometrischen Punkte auf der Erdoberfläche liegt der trigonometrischen Abtheilung die Höhenbestimmung derselben ob. Als Grundlage hierzu dienen die Präcisionsnivellements, welche die Chausseen entlang in der Art vorgenommen werden, daß ein System von Schleifen mit einer Länge des Umkreises von im Mittel 300 km entsteht, deren polygonometrischer Abschluß neben der Doppelmessung aller Linien eine Controle für die Güte der Messung giebt. Zur Bezeichnung und Sicherstellung der Nivellementsfixirpunkte werden in Entfernungen von 2 zu 2 km auf den Chausseen dauerhafte Steine gesetzt, welche an dem ca. 15 cm hoch zu Tage tretenden oberen Theile einen seitwärts in diesen eingelassenen runden eisernen Bolzen tragen. Die Tangente an dem höchsten Punkte des letzteren bezeichnet den besteinten Höhepunkt. Das Nivellement wird doppelt mittelst Libellen-Niveau und Nivellirlatte in Stationen von 75 m Abstand und nach der Methode des Nivellirens aus der Mitte ausgeführt. Der mittlere Fehler beträgt nach den bisherigen Erfahrungen 1,5 mm pro Kilometer. Von den Chausseen aus werden alle trigonometrischen Punkte bis zur Entfernung von 2 km durch geometrisches Nivellement angeschlossen, die Höhen aller übrigen Punkte innerhalb der Schleifen aber durch trigonometrische Höhenmessung bestimmt. Seit dem Jahre 1878 ist auch eine Horizontregulirung in der Weise vorgenommen, daß ein Normal-Höhenpunkt für das Königreich

Preußen in der Berliner Sternwarte festgelegt ist, welcher 37 m über dem Normal-Nullpunkte, d. h. dem Nullpunkte des Amsterdamer Pegels, liegt. Bezüglich der Benutzung dieser Punkte hat das Central-Direktorium für Vermessungen am 16. Dezember 1882 Folgendes bestimmt:

a) Jedes im Auftrage oder unter der Leitung der Staatsbehörde neu auszuführende Nivellement, welches eine Länge von 10 km und mehr umfaßt, hat seine Höhen auf den Normal-Nullpunkt zu beziehen.

b) Vorhandene Nivellements sind bezüglich ihrer Höhenmaße entweder umzurechnen oder mit dem Normalpunkte durch Angabe der Höhenlage der Horizontalen über oder unter demselben in Beziehung zu setzen. Ist hierzu ein besonderes Anschlußnivellement erforderlich, welches mehr als 8 km beträgt, so soll der Anschluß erst bei einer Länge des Nivellements von 30 km und mehr bewirkt werden.

c) Bei Nivellements von geringer Ausdehnung, wo ein Anschluß nicht erforderlich ist, sind für die Horizontale möglichst unverrückbare, leicht auffindbare Punkte (öffentliche Pegel) zu wählen und die Höhenangaben in positiven Zahlen zu geben.

Die topographische Abtheilung besorgt im Sommer die Aufnahme von mindestens 200 Quadratmeilen des von der trigonometrischen Abtheilung vorbereiteten Terrains mittelst Meßtisch, distancenmessender Kippregel und Distancelatte. Die Aufnahme geschieht nach einer allgemeinen Instruktion im Maßstabe 1 : 25 000. Das Terrain wird durch äquidistante Niveaucurven von 5 m Normalabstand dargestellt, doch sind Zwischencurven (2,5 m) und weitere Abstände (20 m) in stark geneigtem Terrain vorgeschrieben. Jedes Meßtischblatt umfaßt 10 Minuten im Parallelkreise und 6 Minuten im Meridian, innerhalb deren von der Erdkrümmung abgesehen wird. Auf $2^1/_4$ □ Meile eines Meßtischblattes kommen 22 im Terrain versteinte Punkte, so daß Controle für die Aufnahme im Maßstabe 1 : 25 000 vorhanden ist. Die Auszeichnung der Meßtischblätter erfolgt im Laufe der Wintermonate nach den dafür gegebenen Musterblättern.

Die kartographische Abtheilung endlich besorgt die Anfertigung, d. h. Zeichnung, Stich und Druck der aus den Original-

Aufnahmen der Meßtischblätter herzustellenden Kartenwerke. Sie fertigt mittelst Lithographie auf Grund photographischer Copie der Meßtischblätter die Karte des preußischen Staatsgebietes in 1 : 25 000 und mittelst Kupferstich „die Gradabtheilungskarte" in 1 : 100 000 an.

Es ist nicht in Abrede zu stellen, daß diese Organisation der Arbeitstheilung der Landesaufnahme eine musterhafte zu nennen ist und daß namentlich die trigonometrische Abtheilung, durch die astronomische Ortsbestimmung einzelner Hauptpunkte, durch das mehrfach gegliederte Dreiecks- und Präcisions-Nivellements-Netz die Grundlage einer rationellen Landesvermessung, nämlich die Gewinnung eines sicheren Rahmens für alle Arbeiten im Vermessungswesen, geschaffen hat. Nur die von der topographischen Abtheilung angefertigten Meßtischblätter vermögen die als Unterlage zu allen forstwirthschaftlichen Arbeiten dienende Specialkarte nicht zu ersetzen, denn die Meßtischaufnahmen nehmen von den Eigenthumsgrenzen, von der Lage der Grenzmale und von dem Wechsel des Besitzes gar keine Notiz, sondern beschäftigen sich nur mit dem Grund und Boden und auch hier nur generell in seinen verschiedenen Formationen und Kulturen. Weiter auch ist darüber kein Zweifel, daß der Maßstab 1 : 25000 viel zu klein für eine den forstwirthschaftlichen Anforderungen der Zeit entsprechende Specialforstkarte und daß es auch in keinem Falle zulässig ist, die Meßtischaufnahmen und namentlich die mit distancemessendem Fernrohre bestimmten Längenmaße in einen größeren Maßstab zu übertragen. Auf Grund mehrfach angestellter Prüfungen glauben wir die Meßtischblätter zu forstwirthschaftlichen Zwecken, namentlich zu generellen Weg- und Eintheilungsprojekten nur dort verwenden zu können, wo die Terrainverhältnisse ziemlich gleichmäßig ausgeprägt sind und zahlreiche, den Wald durchschneidende Chausseen und Holzabfuhrwege zur Meßtischaufnahme benutzt werden konnten. Wo aber die Terrainformen in stetem Wechsel auftreten, Rücken, Kuppen, Schluchten, Kessel u. s. w. fortgesetzt wechseln, die Bestandesverhältnisse die Uebersicht der Terrainbildungen und in Folge dessen die Meßtischaufnahmen erschweren, stimmen Karte und Natur selten überein. Daher sind hier die Meßtischblätter zu den vorhin genannten Zwecken kaum oder doch nur nach Ausführung kostspieliger Ergänzungsmessungen zu verwenden.

Die hier und da ausgesprochene Ansicht, daß es zulässig sei, aus dem zu legenden trigonometrischen Netze der Landesvermessung, dem bereits vorhandenen und noch zu sammelnden Kartenmateriale, sowie aus späteren Aufnahmen allmählich auch eine Karte vom preußischen Staate in 1:5000 herzustellen, halten wir für unrichtig und eine derartige Combination deswegen für technisch unausführbar, weil zwischen vorhandenen alten Karten und einem nachträglich zu legenden trigonometrischen Netze kein Verband besteht, noch herzuleiten ist.

Die preußische Forstverwaltung wird demnach im Großen und Ganzen nur die Arbeiten der trigonometrischen Abtheilung bei allen Neu-Aufnahmen verwerthen können und die Waldvermessung im Speciellen selbstständig auszuführen haben.

Was die Waldeintheilung betrifft, so ist hervorzuheben, daß in vielen fiskalischen Waldungen die Wirthschaft bereits auf eine vor längerer Zeit im Walde vorgenommene Eintheilung basirt. Wichtige, wenn auch nicht überall fahrbare Terraingrenzen haben der Betriebsführung zum Anhalte gedient und eine durchgebildete Bestandesordnung mehr oder weniger geschaffen, so daß es mit Rücksicht hierauf und auf die Wirthschaftsstatistik Grundsatz sein muß, bei den Taxations-Revisionen das Bestehende thunlichst zu berücksichtigen und nur verbessernd in die Eintheilung einzugreifen, wenn zu große oder schlecht begrenzte Wirthschaftsfiguren, unbeschadet der Sicherheit in der Bestandes-Gliederung, besser geformt und an einander gereiht werden können. Es sind aber auch noch Waldkörper in vielen Staaten in größerem Umfange vorhanden, in denen die Ordnung und Uebersichtlichkeit mangelt, planlose Schneißen einen unvollkommenen Anfang der Waldeintheilung zeigen, große Bestandesflächen der wirthschaftlichen Trennung oder umfangreicher unbestockter Waldgrund des Anbaues bedürfen, so daß die Weiterbildung und Gründung eines durchgebildeten Flächen-Betriebsnetzes so bald noch nicht abgeschlossen sein dürfte.

Verfasser, welcher seit einer Reihe von Jahren der Waldvermessung und Waldeintheilung zufolge der ihm übertragenen Vorlesungen an der Forstakademie und zufolge der von ihm und unter seiner Leitung ausgeführten Waldvermessungs- und Waldeintheilungsarbeiten seine besondere Aufmerksamkeit zu widmen hatte, glaubt auf Grund

der von ihm gesammelten Erfahrungen dieselben in seiner Schrift in solcher Ausführung behandeln zu sollen, wie diese Arbeit in ihrer Bedeutung für die Forstwirthschaft und insbesondere für die Studirenden der Forstwirthschaft zu kennen nothwendig ist.

Die Schrift zerfällt in zwei Abtheilungen:

I. Die Waldvermessung.

II. Die Waldeintheilung.

Erste Abtheilung.

Die Waldvermessung.

Erster Abschnitt.

Vorarbeiten der Waldvermessung.

Vorangehen muß einer jeden Waldvermessung:

1. Eine eingehende Prüfung des Grenzzustandes.

In dieser Beziehung ist nach den geltenden Verwaltungsvorschriften Folgendes zu beachten:

Die Grenzen sollen zunächst in allen Winkelpunkten eine den Terrainverhältnissen entsprechende dauerhafte Vermarkung erhalten, welche bei unebener Bodenkonfiguration oder bei langen, geraden Grenzlinien durch Einsetzen von kleineren Grenzmarken zwischen den Scheitelpunkten noch in der Weise zu erweitern ist, daß von Grenzmal zu Grenzmal gesehen werden kann.

Als Grenzmale kommen in Anwendung: Grenzsteine, Grenzhügel und Grenzpfähle. Die Grenzsteine sollen überall dort angewandt werden, wo sie ohne erhebliche Kosten zu beschaffen und dem Terrain nach zu benutzen sind und zwar deshalb, weil sie den Grenzpunkt am genauesten fixiren und zugleich die größte Dauer besitzen. Ihre Dimensionen richten sich nach der größeren oder geringeren Bedeutung des Grenzmales, ob dasselbe Eigenthums-, Berechtigungs-, Dienstländereigrenze u. s. w. bezeichnet. In Preußen verwendet man an den Eigenthumsgrenzen Steine von 73 cm Länge und 30 cm Breite mit vierkantig behauenem Kopf; die eine Seite des Steines erhält die Nummer desselben entweder eingemeißelt oder durch schwarze Oelfarbe auf weißer Platte; für die Aufstellung des Winkelmeßinstruments ist entweder ein Kreuz oder noch besser ein

Ausschnitt an der einen Seite des Steines anzubringen. — Beim Einsetzen der Grenzsteine ist darauf zu achten, daß die signa metallica, d. h. die sog. Kunden, wie Scherben-, Kohlen-, Ziegelstücke u. s. w. zur Unterlage verwendet, die Steine genau im Grenzwinkelpunkte aufgestellt werden und ca. 30 cm hoch aus dem Erdboden hervorragen. An sehr frequenten Wegen sind die Grenzsteine durch kleine Abweissteine zu schützen oder so tief als möglich zu versenken.

Als Grenzhügel kommen vorzugsweise Erdhügel von paraboloidischer Form von ca. 2,5 m unterem Durchmesser, 1 bis 1,5 m Höhe da in Anwendung, wo die Beschaffung des Steinmaterials für die Grenzsteine mit zu bedeutenden Kosten verbunden und eine Beschädigung des Hügels, namentlich Verwehen durch Wind auf leichtem Sandboden, Abfahren an Wegen, Abtreten durch Vieh u. s. w., ausgeschlossen ist. Beim Errichten dieser Grenzmale ist es empfehlenswerth, zunächst Hohlziegel oder auch Drainröhren — 30 cm lang, mit 10 cm breitem quadratischem Querschnitte und 5/6 cm lichter Weite — in gehöriger Tiefe lothrecht einzusetzen und erst hierüber den Erdhügel herzustellen. Auf diese Weise wird das Auffinden des Grenzpunktes und des Mittelpunktes des Erdhügels bedeutend erleichtert. Es ist weiter erwünscht, auf denjenigen Bodenarten eine Einfassung des Umfangs des Hügels mit Prellpfählen oder mit einem Geflechte vorzunehmen, wo die Berasung des Erdhügels ausbleibt. Bei durch Steine zu ersetzenden Grenzhügeln ist der Grenzstein nicht in den Hügel zu stellen, sondern nach Bezeichnung des Mittelpunktes des letzteren der Erdhügel bis zur natürlichen Terrainoberfläche abzutragen und alsdann der Stein lothrecht einzusetzen.

Wie die Grenzsteine sollen auch die Grenzhügel die Nummer des Grenzmales an einem in denselben einzulassenden kleineren Stein oder Pfahl erhalten, jedoch braucht mit Rücksicht auf den Kostenpunkt dieses nur zu geschehen:

a) auf denjenigen Hügeln, welche einen besonders scharf aus- oder einspringenden Eckpunkt bezeichnen;
b) auf den je zehnten Hügeln, wenn die Grenze von einem solchen Eckpunkte über zehn und mehr Hügel verläuft, ohne wieder einen solchen Eckpunkt zu treffen.

Grenzpfähle sollen nur auf bruchigem, sumpfigem Terrain verwendet werden, wo andere Grenzmale versinken würden. Sie sind aus dauerhaftem Holze, ca. 2 m lang, 14/18 cm stark im Quadrat anzufertigen, mit den Grenznummern zu bezeichnen, tief einzugraben und gut zu befestigen. Angekohlte Holzpfähle, welche im Erdboden noch mit einem angekohlten Querholze versehen werden, empfehlen sich auf dem genannten Terrain am meisten.*)

Zur Vermeidung zu hoher Nummern an den Grenzmalen ist bei größeren Waldkomplexen die Bildung von einzelnen Grenzzügen im Anschlusse an die Gemarkungsgrenzen oder an wichtige Terrainabschnitte wünschenswerth, innerhalb welcher eine besondere mit Nummer 1 anfangende Nummerfolge zu Grunde zu legen ist. Die Nummerirung beginnt im SO oder SW und geht über NO oder NW, sodaß, wenn man den steigenden Nummern folgt, die Waldfläche links oder rechts liegt.

Bei Revision natürlicher Grenzen — Flüsse, Kanäle, Seen u. s. w. — sind die für den Verlauf der ideellen Grenzlinien maßgebenden gesetzlichen Vorschriften mitzubeachten. In dieser Hinsicht sind nach dem ALR., nach gemeinem Rechte und nach französischem Rechte folgende Punkte von Wichtigkeit:

a) Alluvionen, d. h. Verbreiterungen des Ufers durch das allmähliche Anspülen fremder Erdtheile, erwirbt nach gemeinem Recht und allgemeinem Landrecht der Uferbesitzer ohne Besitzergreifung, selbst wenn sie über die Mitte des Flusses hinausreichen. Dehnen sich jedoch dergleichen Anwüchse im Flusse seitwärts über die Grenzen dessen aus, an dessen Ufer sie beginnen, so gehören sie dem Nachbarn. Läßt dieser jedoch geschehen, daß derjenige, an dessen Ufer der Anwuchs begonnen hat, die seitliche Ausdehnung drei Jahre hindurch

*) Ueberall, wo die Eigenthumsgrenzen durch aufgeworfene hohe Wälle (Stein-, Erdwälle) mit oder ohne Graben vermarkt sind, ist eine weitere Vermarkung derselben durch Steine nicht nothwendig, da Grenzverschiebungen nicht leicht vorkommen können. Ist eine Grenzlinienvermalung durch Gräben erforderlich, so soll der Grenzgraben auf fiscalischem Gebiete angelegt werden. Der Aufwurf liegt dann ganz auf fiscalischem Grund und Boden und die äußere Grabenkante bildet die Eigenthumsgrenze.

benutzt, so erwirbt der letztere auch das Eigenthum an dieser Verlängerung. Nach französischem Recht gehört die Alluvion dem Eigenthümer des Ufers, jedoch unter der Verbindlichkeit, an schiffbaren Flüssen einen Fuß- oder Leinpfad zu lassen. Auf die Ufer des Meeres oder eines Sees oder eines Teiches ist das jus alluvionis nicht anwendbar.

b) **Bei Avulsionen, d. h. Abreißen eines Stückes Landes durch Gewalt des Flusses und Hinführen desselben an ein anderes Grundstück ist nach allgemeinem Landrecht der bisherige Eigenthümer berechtigt, noch innerhalb Jahresfrist ein solches Stück wegzunehmen. Macht derselbe binnen dieser Zeit von seinem Rechte keinen Gebrauch, so kann der Eigenthümer des durch das Stück Land verbreiterten Ufers sich dasselbe durch Besitzergreifung aneignen. Das Uferstück muß noch als solches erkennbar sein, anderenfalls würde der Ursprung auf Rücknahme noch vor Ablauf des Jahres verloren gehen. Nach gemeinem Rechte wird das Avulsum erst dann erworben, wenn es festgewachsen ist. Nach französischem Rechte kann der bisherige Eigenthümer innerhalb Jahresfrist sein Recht geltend machen; später auch noch dann, wenn der Eigenthümer des verbreiterten Ufers noch nicht davon Besitz genommen hat.**

c) Neu entstandene Inseln (insulae in flumine natae) können sich die beiderseitigen Uferbesitzer aneignen. Als Insel gilt nach allgemeinem Landrechte die innerhalb eines Flusses entstehende Erderhöhung, welche mit einem gewöhnlichen Fischernachen umfahren werden kann. Nach gemeinem Rechte bestimmen sich die Anrechte durch eine durch die Mitte des Flusses gezogene Linie, sodaß diese den Krümmungen des Flusses folgt. Anders nach allgemeinem Landrechte. Hier wird die Grenze durch eine gerade Linie bestimmt, welche die Mittelpunkte zweier am obersten und untersten Ende der Insel quer durch den Fluß gezogenen Linien verbindet. Schneidet diese Linie die Insel selbst, so haben die beiderseitigen Uferbesitzer bis zu ihr das Aneignungsrecht; es ist also hier besondere Besitzergreifung erforderlich (Fig. 1).

Liegt die Insel dem Ufer mehrerer an einander grenzenden Besitzer gegenüber, so bestimmen sich deren Antheile durch Linien, die von den Punkten, wo ihre Grenzen an den Fluß stoßen, gerade,

d. h. **senkrecht** nach der in der Mitte desselben angenommenen Linie gezogen werden (Fig. 2).

Durch Besitz und Benutzung der Insel drei Jahre hindurch wird das Eigenthum derselben gegenüber den näher belegenen Ufernachbarn erworben. Nach französischem Rechte gehören die Inseln in einem schiff- oder flößbaren Flusse dem Staate, in nicht schiff- oder flößbaren den Eigenthümern der Ufer in dem Verhältnisse, daß man sich den Fluß der Länge nach zwischen diesen Eigenthümern gleich getheilt denkt. Wenn ein Fluß dadurch eine Insel bildet, daß er sich einen neuen Arm macht, so verbleibt das eingeschlossene Land seinen bisherigen Eigenthümern.

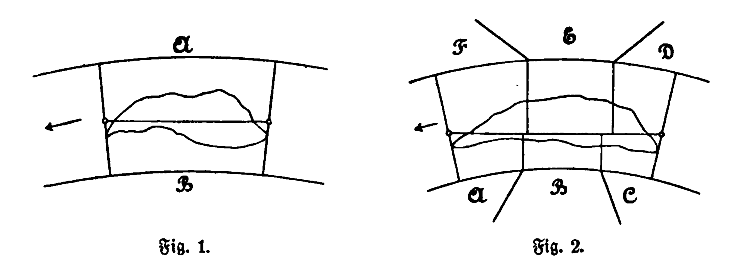


Fig. 1. Fig. 2.

d) Bei **Verengung, Zulandung, Ablassung** von Flüssen (Gräben, Kanälen) und Landseen durch **künstliche** Veranstaltungen (alvei mutatio) haben die angrenzenden Uferbesitzer das Okkupationsrecht. Sie müssen aber zu den erforderlichen Veränderungsarbeiten nach Verhältniß ihrer Antheile an dem gewonnenen Lande beitragen. Dieser Kostenbetrag ist jedoch nicht Voraussetzung, sondern Folge des Eigenthumserwerbes. Die Grenzen des Okkupationsrechtes werden wie bei der insula in flumine nata bestimmt. Nach französischem Recht erwerben jure accessionis der Staat oder die Adjacenten das alte Flußbett, je nachdem es ein schiffbarer oder flößbarer Strom ist oder nicht.

Bei **Veränderung** eines Flußbettes durch **natürliche** Einwirkung bei dem s. g. alveus derelictus, der aber erst vorhanden ist, wenn das Wasser das Bett verlassen hat, erwerben die Uferbesitzer nach Verhältniß der Adjacenz ipso jure ohne Okkupation. Nach fran-

zösischem Recht gilt Folgendes: Wenn ein Fluß auf natürliche Weise allmählich und unmerklich sich vom Ufer zurückzieht, so gehört das trocken gelassene Land dem Eigenthümer des Ufers; an schiff- und flößbaren Flüssen muß jedoch ein Flöß- oder Leinpfad gelassen werden. Bei Vertauschung eines Flußbettes durch Naturkräfte gehört das verlassene Flußbett dem bisherigen Eigenthümer des neuen Flußbettes in dem Verhältniß, in welchem ein jeder dieser Eigenthümer an Grund und Boden verloren hat.

Bei Schaffung eines neuen Bettes für einen bestehenden Fluß durch Durchstich gewinnt der Fiscus oder derjenige, der mit seiner Genehmigung den Durchstich ausführt, zwar nicht das Eigenthum des verlassenen Flußbettes, dagegen das Recht zur Verfügung über dasselbe als Aequivalent für seine Pflicht, diejenigen, welche durch die Neuanlage des Bettes an ihrem Eigenthum gelitten, zu entschädigen. Verfügt der Berechtigte über das Bett, so haben die Adjacenten des verlassenen Bettes die Verfügung gelten zu lassen und können nur Entschädigung fordern.

Nach den Vorschriften des allgemeinen Landrechts sollen bei neu festzulegenden Grenzen, Grenzlinien, welche eine Veränderung in ihrem Verlaufe erwarten lassen, wie kleine Wasserläufe, Fußsteige u. s. w., zur Bezeichnung der Grenze nicht benutzt werden.

In den meisten Staaten wird je nach der Beschaffenheit der natürlichen Grenzen — nach dem Terrain, Verlauf, Ausdehnung u. s. w. — entweder eine Vermarkung sämmtlicher Grenzwinkelpunkte oder die der Hauptwinkelpunkte oder auch nur eine seitliche Versteinung der Grenze vorgenommen. Im letzteren Falle geschieht alsdann die Einmessung der krummlinigen Grenzen auf den in der Oertlichkeit festzustellenden Standlinien vermittelst rechtwinkliger Koordinaten.*)

*) Im Allgemeinen hat dieses Hilfsmittel zur Fixirung des Grenzverlaufs, ganz abgesehen davon, daß es häufig die kostspielige Offenhaltung eines sehr umfangreichen Netzes von Messungslinien erfordert, auch an und für sich nur einen geringen Werth, denn es ist

a) die Grenze nicht ohne Weiteres revisionsfähig; zur Prüfung der Richtigkeit des thatsächlichen Grenzzustandes sind vielmehr immerhin ziemlich umständliche Messungen erforderlich, welche daher auch nicht füglich bei den jedesmaligen Grenzrevisionen durch die Verwaltung, sondern nur in längeren

In wieweit der Grenzzustand diesen vorhin angegebenen Anforderungen entspricht, ist durch die Grenzrevision an der Hand von

---

Zeitabschnitten, etwa bei den Taxationsrevisionen ausgeführt werden können. In Folge dessen werden etwaige Grenzveränderungen regelmäßig erst geraume Zeit, nachdem sie stattgefunden haben, entdeckt werden. Es hat dieses

b) den Nachtheil, daß nicht der eintretenden Grenzverschiebung entgegen gewirkt und diese dadurch verhütet werden kann, sondern meistens eine neue Wiederherstellung der alten Grenzlinien nothwendig wird, eine Arbeit, welche namentlich dort, wo kleine Wasserläufe die Grenze bilden, häufig viel größere Kosten verursacht, als der Werth der streitigen Fläche rechtfertigt. Ein Festhalten des wiederhergestellten Grenzpunktes ohne gleichzeitige Verlegung des Grenzbaches oder Weges ist aber deswegen nicht angängig, weil alsdann die acquirirte von der übrigen Fläche getrennt sein würde. Zur Herstellung eines geordneten Grenzzustandes ergiebt sich deshalb die Notwendigkeit der Beseitigung solcher nicht zu vermalenden Grenzlinien, namentlich dort, wo, wie bei wasserarmen Grenzbächen, eine künstliche Verdrängung der Grenzlinien durch die Angrenzer zu befürchten ist. Als ein geeignetes Mittel hierzu kommt nicht selten die Begradigung der natürlichen Grenzlinien (Bächlein, Wege u. s. w.) zwischen den zu versteinenden Hauptwinkelpunkten unter möglichster Ausgleichung der beiderseitigen Flächen in Betracht. (Fig. 3.)

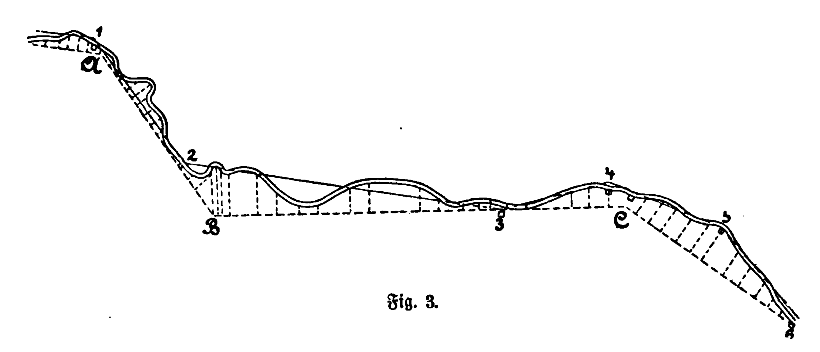


Fig. 3.

Da die Grenzbegradigung eine Flächenersparniß zur Folge hat, welche beiden Adjacenten zu Gute kommt, so werden sich die Angrenzer zu dieser Grenzregulirung in der Regel bereit finden. Bei den in Folge geringen Gefälles sehr krummlinig verlaufenden Bächen stellt sich diese Begradigung oft als eine Melioration zur Verbesserung des Wasserabflusses dar. Hat die natürliche Grenzlinie für die Nutzung des anstoßenden Terrains keine Bedeutung, so kann es zweckmäßig erscheinen, eine Arrondirung der Grenze durch Flächen-An- oder Verkauf herbeizuführen.

Grenzregistern, Grenzkarten und unter Zuziehung der Lokalforstbeamten resp. Angrenzer festzustellen. Fehlende Grenzpunkte sind unter Vorladung der angrenzenden Grundbesitzer zu bestimmen und von zuständigen Personen durch Grenzmale zu sichern. Zweifelhafte oder undeutliche Grenzstrecken sind durch gütliche Einigung mit den Adjacenten oder nach älteren Karten und Vermessungsschriften u. s. w. klar zu legen. Ist über streitige Grenzpunkte, Grenzlinien kein Einverständniß herbeizuführen, so sind die beiderseitigen Behauptungen über den Verlauf der Grenzlinien örtlich zu markiren und späterhin aufzunehmen, welche als Unterlage für eine event. anzustellende Grenzscheidungsklage zu benutzen sind.*)

*) In solchem Falle wird nach dem A. L. R. und gemeinen Rechte in formeller Hinsicht in folgender Weise verfahren:

Der Antragsteller giebt den von ihm prätendirten Grenzzug an, fordert die Anerkennung desselben seitens des Gegners und führt auch zugleich dessen Behauptungen an. Der Antrag ist bei dem Gerichte der belegenen Sache, welches nach § 25 der Reichscivilproceßordnung ausschließlich zuständig ist, zu stellen. Der Richter muß dann die Behauptungen des Antragstellers und die des Gegners prüfen und darf darauf nicht blos eventuell den Kläger abweisen, muß vielmehr ein positives Resultat feststellen, sodaß das Urtheil unter Umständen auch den vom Gegner behaupteten Grenzzug als richtig hinstellt.

Die Hauptthätigkeit des Richters besteht darin, daß er nach Vernehmung des Gegners mit einem Feldmesser unter Zuziehung der Parteien den Augenschein an Ort und Stelle nimmt, dem ehemaligen Grenzzustande nachforscht und dazu die auf der streitigen Strecke befindlichen Grenzzeichen aufgraben läßt und ihre Unterlagen feststellt, insbesondere auch vorhandene Bäume untersucht, ob sich an ihnen Merkmale, z. B. eingehauene Kreuze befinden. Hierauf wird der Feldmesser zur Aufnahme der Fläche, auf welcher die streitige Grenze sich befindet, sowie zur Aufnahme der von jeder Partei dafür ausgegebenen Grenzzeichen und zur Darstellung derselben in der Karte angewiesen. Der Richter bestimmt dann, eventuell unter Theilung des streitigen Stückes durch Erkenntniß den Grenzzug. Ist das Erkenntniß rechtskräftig, so wird auf Grund eines neuen Gesuchs nach der Festsetzung der Grenzzug wirklich regulirt und darüber ein Grenzreceß unter genauer Beschreibung der Grenzzeichen aufgenommen.

Während des Hauptverfahrens kann das Gericht durch einstweilige Verfügung die Grenze interimistisch festsetzen.

2. Die allgemeine Orientirung innerhalb und außerhalb des aufzunehmenden Waldkörpers.

Diese erstreckt sich:

a) Auf die Besichtigung der im Walde und in der Umgebung desselben etwa gelegenen Vermessungspunkte der Landesaufnahme mit Hilfe der vom Landesdreiecksnetz vorliegenden Karten, Coordinaten und Höhenverzeichnisse. Hierbei sind die zu Anschlußpunkten geeigneten Netzpunkte der Landesvermessung, insbesondere die zur weiteren Punkteinschaltung in und am Walde zu verwendenden Dreieckspunkte, sowie die etwa zur Grundlinie des Walddreiecksnetzes und zur Ableitung des Azimuts (Vermessungsachse) zu benutzenden Punkte genau zu ermitteln und zu bezeichnen;

b) auf die Untersuchung der Terrainverhältnisse, des Eintheilungs- und Verkehrsnetzes im Walde und in dessen Nachbarschaft. In bereits eingetheilten Waldungen ist darauf zu sehen, ob auch die Vermarkung der Wirthschaftsfiguren in der im Kapitel Waldeintheilung angegebenen Weise ausgeführt worden ist. — Je eingehender und sorgfältiger diese Untersuchungen vorgenommen werden, um so leichter wird der Entwurf des Vermessungsnetzes sich gestalten.

Zweiter Abschnitt.

Ausführungsarbeiten.

I. Die Neuvermessung.

Allgemeines. Die Aufnahme, kartographische und tabellarische Darstellung des Waldes in Bezug auf Lage (horizontale und vertikale) und Größe ist die Aufgabe der Neuvermessung. Diese kann je nach Größe des Waldes, nach den Terrainverhältnissen und nach dem beabsichtigten Genauigkeitsgrade mit den verschiedenartigsten Meßinstrumenten und nach verschiedenen Messungsmethoden ausgeführt werden. In Bezug auf die Größe unterscheiden wir:

I. Die Neuvermessung größerer Waldflächen bis zu 10 Quadratmeilen Flächeninhalt (Verwaltungsbezirke).

II. Die Neuvermessung kleinerer Waldflächen bis 500 ha Größe (Waldparzellen).

III. Die Neuvermessung kleinerer Flächen im Walde (Schlagflächen, Dienstländereien, Blößen u. s. w.).

I. Die Neuvermessung größerer Waldflächen nach dem Theodolitverfahren.

Bei Neuvermessung größerer noch nicht eingetheilter Waldkomplexe empfiehlt es sich zur Vermeidung kostspieliger Wiederholungs- und Ergänzungsmessungen Horizontal- und Vertikalaufnahme zu vereinigen und die geodätischen Arbeiten wie bei allen umfangreichen Waldvermessungen in der Art an einander zu reihen, daß

A. bei der Aufnahme im Walde erstens die Netzlegung und Netzvermessung ausgeführt wird, daran zweitens die Stückvermessung sich schließt, hierauf
B. die Kartirung
C. die Flächenberechnung und
D. die tabellarische Darstellung der Vermessungsresultate und endlich
E. die Prüfung der Vermessung folgen.

Zur Erzielung einer hinreichenden Genauigkeit ist die Vermessung nach dem Theodolitverfahren auszuführen.

A. Die Neuaufnahme im Walde.

I. Die Netzlegung.

Wie die Katastervermessung, so muß sich auch jede umfängliche Waldvermessung (Oberförsterei) innerhalb eines größeren sichernden Netzes bewegen, an welches die Stückvermessung angeknüpft und kontrolirt werden kann. Hierzu dient als sicherster Rahmen die Festlegung einer Reihe aneinanderhängender Dreiecke über das aufzunehmende Waldgebiet, deren Eckpunkte bezüglich ihrer rechtwinkligen Coordinaten und Höhen ganz genau bestimmt und zur Prüfung und Ausgleichung der zwischen ihnen einzulegenden Meßzüge benutzt werden.

In Staaten, in welchen die Vermessung auf genau bestimmte Landesdreieckspunkte sich stützen kann, sind letztere als die brauchbarste und sicherste Grundlage für alle Arbeiten im Vermessungswesen mit zu verwenden, weil diese mit der größten Genauigkeit festgelegten Punkte einmal vorzügliche Controlpunkte abgeben und weiter durch den Anschluß an dieselben die Waldaufnahme auch in eine richtige Lage zur Landesaufnahme gebracht, also auf dem Erdkörper genau fixirt und orientirt wird.*) In fast allen Staaten Deutsch-

*) In Preußen ist durch das Central-Directorium für Vermessungen Folgendes bestimmt worden:

1. Jede im Auftrage oder unter der Leitung von Staatsbehörden ausgeführte Specialvermessung (Neuvermessung), welche in geschlossener Lage einen Flächenraum von 100 ha oder mehr umfaßt, muß an die Detailtriangulation der Landesaufnahme angeschlossen werden. Wenn aber bei

lands ist die Landestriangulation entweder beendigt oder deren Abschluß steht in den nächsten Jahren bevor.

Es wird demnach von den Katasterverwaltungen sowohl wie von den Forstverwaltungen die selbstständige Triangulation nur ausnahmsweise und zwar dort vorzunehmen sein, wo die forstliche Neuaufnahme dringend nothwendig ist und bis zur ausgeführten Landestriangulation nicht ausgesetzt werden kann. Wir haben hiernach bei der Netzlegung die beiden Fälle zu unterscheiden:

1. Die Verwendung der Landesdreieckspunkte zur Einschaltung (Einkettung) von Netzpunkten in und am Walde;
2. Die selbstständige Waldtriangulation.

1. Verwendung der Landesdreieckspunkte zur Einschaltung von Netzpunkten.

Durch die Landestriangulation sind die Dreieckspunkte in solchen Abständen zu einander festgelegt, daß etwa 10 Punkte auf eine Quadratmeile kommen. Für sehr viele Terrainverhältnisse im Walde ist diese Zahl zum unmittelbaren Anschluß der Detailaufnahme nicht ausreichend. Es wird die Einschaltung weiterer Punkte in das Netz der Landesvermessung fast immer noch nothwendig. Hierbei kann je nach Lage, Anzahl der Dreieckspunkte auf verschiedene Weise verfahren werden; wir beschränken uns jedoch auf die am häufigsten bei den Waldvermessungen vorkommenden und auch völlig ausreichenden Fälle:

Erster Fall. Zwei zugängliche Landesdreieckspunkte (A und B, Figur 4), deren rechtwinklige Coordinaten*) bekannt

---

Vermessungen von Waldungen die Herstellung des Anschlusses an die trigonometrischen Punkte der Landesaufnahme einen unverhältnißmäßigen Kostenaufwand bedingt und es sich dabei nicht um die Aufnahme von Eigenthumsgrenzen handelt, so wird der Anschluß erst bei einem Flächenraum von 500 ha und mehr erfordert.

2) Ausgenommen von dieser Bestimmung sind diejenigen Specialvermessungen von mehr als 100 bezw. 500 ha, welche nicht als Neuvermessung, sondern überwiegend auf der Grundlage bereits vorhandener Specialkarten ausgeführt werden oder welche, wie bei der Vermessung der Eisenbahnen, Kanäle es der Fall zu sein pflegt, die Aufnahme langgestreckter, nicht in geschlossener Lage befindlicher Flächen zum Gegenstand haben.

*) Nach den Bestimmungen des Central-Directoriums der Vermessungen in Preußen soll bei Bestimmung der rechtwinkligen Coordinaten für die

sind, (x_a, x_b, y_a, y_b) sollen zur Bestimmung der rechtwinkligen Coordinaten eines dritten noch festzulegenden Dreieckspunktes benutzt werden.

Die zu diesem Zwecke vorzunehmenden geodätischen Arbeiten reihen sich zweckmäßig in folgender Weise aneinander:

a) Auswahl des Punktes C mit Rücksicht darauf, daß die drei Winkel des Dreiecks A B C gut gemessen werden können.

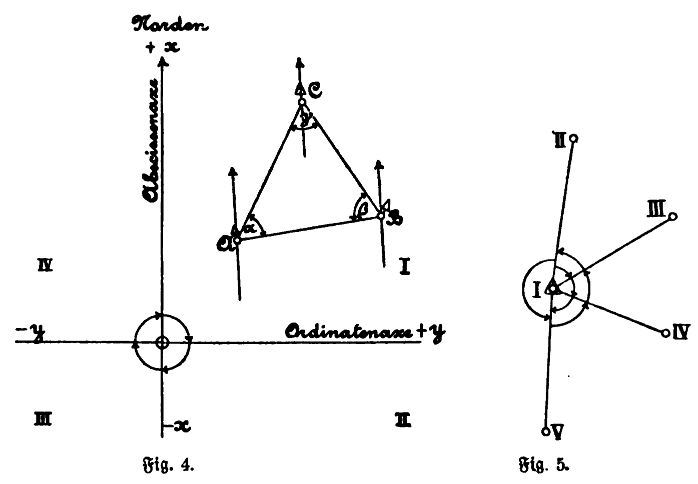


Fig. 4. Fig. 5.

Als Winkelmessungsmethode für die Horizontalwinkelmessung ist entweder die satzweise Richtungsbeobachtung (wiederholt einfache Winkelmessung) oder die Einzelbeobachtung der Richtungen (Repetitionsmethode) anzuwenden. Nach der ersteren Methode ist wie folgt zu verfahren:

Nach centrischer und horizontaler Aufstellung des Theodoliten im Punkte I (Fig. 5) und nach Klemmung des Limbuskreises ist das

trigonometrischen und polygonometrischen Punkte die Abscissenachse thunlichst in der Richtung der wahren Mittagslinie eines Hauptvermessungspunktes gelegt werden. Dabei sollen die Abscissen nach Norden positiv, nach Süden negativ, die Ordinaten nach Osten positiv, nach Westen negativ gezählt werden. Die Drehung von der positiven x Achse zur positiven y Achse findet also im Sinne der Bewegung eines Uhrzeigers statt und entspricht demnach der sonst allgemein als positiv geltenden Drehung von links nach rechts, welche auch bei Bezifferung der getheilten Kreise für Winkelmeßinstrumente Anwendung findet.

Fernrohr zunächst auf das Signal II einzustellen und an sämmtlichen Nonien oder Mikroskopen abzulesen. Hierauf ist das Fernrohr bei unverändertem Limbus durch Drehung des Alhidadenkreises von links nach rechts nach und nach auf alle einzuvisirenden Dreieckspunkte (III, IV, V) und zuletzt der Probe halber auf Signal II zu richten und nach jeder Einstellung die Nonienablesung aufzuschreiben. Die letzte Ablesung bei II muß mit der Anfangsablesung bis auf die in der Visirung und Ablesung begründeten unvermeidlichen kleinen Fehler (ca. 15″) übereinstimmen. Durch Subtraction der ersten von der zweiten Ablesung u. s. w. wird die Größe des Winkels bestimmt. Sodann ist das Fernrohr durchzuschlagen und alle Signale, anfangend wiederum in II, jedoch in umgekehrter Reihenfolge, von rechts nach links zu beobachten und die Ablesungen zu notiren. Durch Subtraction der zweiten Ablesung von der ersten u. s. w. erhält man die Größe des Winkels. Auf die Weise bekommt man eine doppelte Messung sämmtlicher Richtungen, d. h. einen Satz (Gyrus). Will man sich damit nicht begnügen, so verstellt man den Limbus (etwa um 20—40 Grad) und macht einen zweiten Satz in derselben Weise. Bei Hauptdreieckspunkten nimmt man 4 bis 6 Sätze an, während bei Dreiecken unterer Ordnung 2 bis 3 Sätze genügen. Die Resultate sind in das beigefügte Formular (S. 25), welches auch bei der Königlich Preußischen Katastervermessung eingeführt ist, einzutragen.

Bei der Repetitionsmethode oder Winkelmessung mit n Wiederholungen wird ein Horizontalwinkel in der einen Lage des Fernrohres n Mal gemessen, hierauf das Fernrohr durchgeschlagen und der Winkel in gleicher Weise wieder n Mal gemessen. Aufgeschrieben wird in der Regel nur die erste und letzte Ablesung an jedem Nonius, sowie die Ablesung an einem Nonius nach der ersten Repetition. Die Differenz der Schlußablesungen an jedem Nonius wird durch n getheilt und aus den Werthen der verschiedenen Nonien das Mittel genommen.

Man erhält für jede Fernrohrlage den Winkel aus der Formel $w = \frac{m \cdot 360^0 + a - a_1}{n}$, unter a die letzte Einstellung resp. Ablesung, a_1 die erste Ablesung, m die Anzahl der Kreisbeschreibungen

Nummer oder Name des Standpunktes.	Nummer oder Name des beobachteten Gegenstandes.	Fernrohrlage I.								Fernrohrlage II.								Reducirter Winkel.							Mittel aus allen Beobachtungen.		
		Nonius						Mittel.		Nonius					Mittel.		Fernrohrlage I			Fernrohrlage II		Mittel.				
		I			II					I			II													
		°	′	″	°	′	″	′	″	°	′	″	′	″	′	″	°	′	″	′	″	′	″	°	′	″
△ I	△ II	10	9	50	190	9	50	9	50	190	9	30	9	30	9	30										
	△ III	164	29	30	344	29	30	29	30	344	29	30	29	30	29	30	154	19	40	20	—	19	50	154	19	48
	△ IV	224	35	—	44	35	—	35	—	44	35	—	35	30	35	15	60	5	30	5	45	5	38	60	5	36
	△ II	10	9	50	190	9	50	9	50	190	9	30	9	50	9	40	145	34	50	34	25	34	38	145	34	36
																	360	—	—	—	10	—	6	360	—	—

und n die Anzahl der Wiederholungen verstanden. Ist die Anzahl der Wiederholungen eine gerade, so kann das Durchschlagen des Fernrohres nach der ersten Hälfte derselben erfolgen.

Beim Gebrauch des Theodoliten hat man nach dieser Methode die einfache Regel zu beachten, daß beim Einstellen auf den linken Schenkel stets die Klemmung und Mikrometerschraube des Horizontalkreises (Limbus), und beim Einstellen auf den rechten Schenkel immer die Klemmung und Mikrometerschraube der Alhidade zu verwenden sind. Die Resultate der Winkelmessung sind in folgendes Formular einzutragen.

Signale.	Repetition.	Nonius I			Nonius II		Mittel			Bemerkungen.
		°	'	"	'	"	°	'	"	
1.	2.	3.			4.		5.			6.
Signal links (15) . .	—	—	—	—	—	30	—	—	15	
Standpunkt (14) . . .	1	38	1	50	—	—	—	—	—	
Signal rechts (16) . .	5	190	9	10	9	20	190	9	15	
Winkel: 38° 1' 48" .	5	190	9	10	8	50	190	9	—	

Ist die Aufstellung des Meßinstruments über einem Dreieckspunkte C (Fig. 6) unmöglich, dahingegen über einem in der Nähe gelegenen Punkte D ausführbar, so sind die Winkel γ, δ, α und β und die Entfernung DC(e) zu messen.

Fig. 6.

Den gesuchten Winkel ACB findet man alsdann aus der Beziehung

$$\sphericalangle C = \alpha + \gamma - \beta.$$

Sind die Längen der Dreiecksseiten a, b bekannt, so kann die Messung der Winkel α und β unterbleiben, denn es ist

$$\sin\beta = \frac{e}{b} \cdot \sin\delta \text{ und}$$

$$\sin\alpha = \frac{e}{a} \cdot \sin(\delta + \gamma).$$

Die Höhenwinkelmessung bei Theodoliten mit vollem Höhenkreise ist ebenfalls in beiden Fernrohrlagen vorzunehmen. Die Differenz beider Ablesungen, durchlaufende Bezifferung vorausgesetzt, giebt die doppelte Zenithdistanz. Der Höhenwinkel ist das Complement der Zenithdistanz zu einem rechten Winkel.

Bei Theodoliten mit Höhenbogen (Sextanten) und mit nicht durchschlagbaren Fernrohren muß entweder der „Inderfehler" (d. i. die Ablesung bei einspielender Libelle) fortgeschafft oder bei Elevationswinkeln von der Ablesung subtrahirt, bei Tiefenwinkeln zu derselben addirt werden. — Bei sehr weit entfernt gelegenen Punkten empfiehlt es sich, die Vertikalwinkel vor- und rückwärts auf den Stationspunkten zu messen, um den Einfluß der Erdkrümmung und Strahlenbrechung thunlichst zu vermindern.

Bei Horizontalwinkelmessungen ist vor allem auf eine scharfe Centrirung des Instruments, auf genaues Anschneiden der Signale, auf thunlichste Ablenkung der Sonnenstrahlen vom Instrument Bedacht zu nehmen, während die Genauigkeit der Höhenwinkelmessung namentlich von der Empfindlichkeit der Röhrenlibelle und einer sorgfältigen Horizontirung abhängig ist.

b) Berechnung des östlichen Azimuths (AB) und der Länge der Verbindungslinie AB aus den Coordinaten von A und B.

Denkt man sich auf die Dreiecksseite AB (Figur 4) so gestellt, daß der Punkt C vorn liegt und A den linken, B den rechten Endpunkt der Seite AB bezeichnet, dann gelten die Gleichungen

$$\operatorname{tg}(AB) = \frac{y_b - y_a}{x_b - x_a},$$

$$c = \frac{y_b - y_a}{\sin(AB)} = \frac{x_b - x_a}{\cos(AB)}.$$

Da c eine positive Länge bedeutet, so hat sin(AB) immer dasselbe Zeichen wie $y_b - y_a$ und cos(AB) dasselbe wie $x_b - x_a$. Dies giebt für die erste Gleichung die Regel: Ist (auf der rechten Seite) das Vorzeichen vom

Zähler Nenner	+ +	+ —	— —	— +	so liegt der
Winkel (AB) im	I ten	II ten	III ten	IV ten	Quadranten.

Im ersten Falle findet man den Winkel (AB) ohne Weiteres in der Logarithmentafel. Liegt der Winkel im zweiten Quadranten, so gilt bei der Tangente die Formel $tg(90^\circ + \zeta) = - ctg\,\zeta$; man hat bei der Cotangente nachzuschlagen und 90° zum gefundenen Werthe zu addiren. Im dritten Falle gilt die Gleichung $tg(180^\circ + \zeta) = tg\,\zeta$; es ist bei der Tangente nachzuschlagen und 180° zu addiren. Liegt der Winkel im IV. Quadranten, so findet die Formel $tg(270^\circ + \zeta) = - ctg\,\zeta$ Anwendung; man schlägt bei der Cotangente nach und addirt 270°.

c) Bestimmung des Azimuths der beiden anderen Dreiecksseiten: Azimuth $(AC) = (AB) - \alpha$; ergiebt sich für (AC) ein negativer Werth, so sind 360° hinzuzufügen.

$$\text{Azimuth } (BC) = (AB) + \beta \pm 180^\circ.$$

Zur Probe muß sein:

Azimuth $(AC) - (BC) = \gamma$; event. wenn (BC) größer als (AC) ist, $= \gamma - 360^\circ$.

d) Berechnung der Dreiecksseiten b und a durch die Gleichungen

$$a = \frac{c}{\sin\gamma} \sin\alpha$$

$$b = \frac{c}{\sin\gamma} \sin\beta.$$

e) Berechnung der Coordinatenstücke und Coordinaten für Punkt C mit Probe:

$$y_c = y_a + b \sin(AC)$$
$$y_c = y_b + a \sin(BC)$$
$$x_c = x_a + b \cos(AC)$$
$$x_c = x_b + a \cos(BC).$$

f) Berechnung der Höhenunterschiede und absoluten Höhen für Punkt C mit Probe:

$$H_c = H_a + b\,tg\,e + [i - s],$$
$$H_c = H_b + a\,tg\,e_1 + [i - s],$$

unter e und e_1 die gemessenen Elevationswinkel der Dreiecksseiten AC = b und BC = a und unter i die Instrumenten- und s die Signalhöhe verstanden. Bei weiten Entfernungen, von 3000 m und mehr, ist der Einfluß der Erdkrümmung und Strahlenbrechung zu berücksichtigen und

$$H_c = H_a + b \operatorname{tg} e - 0{,}068\left(\frac{b}{1000}\right)^2 + [i - s],$$

$$H_c = H_b + a \operatorname{tg} e_1 - 0{,}068\left(\frac{a}{1000}\right)^2 + [i - s] \text{ zu setzen.}$$

Ist von A nach B keine Visur möglich, sondern sind nur die Winkel der Seiten AC und BC mit andern von hier aus sichtbaren Dreieckspunkten P und Q zu messen, nämlich CAP = p und CBQ = q (Fig. 7), so sind die Dreieckswinkel in folgender Weise abzuleiten:

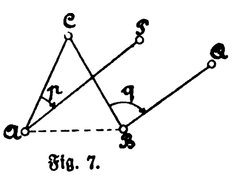


Fig. 7.

$$\operatorname{tg}(AB) = \frac{y_b - y_a}{x_b - x_a};$$

$$\operatorname{tg}(AP) = \frac{y_p - y_a}{x_p - x_a}; \quad \operatorname{tg}(BQ) = \frac{y_q - y_b}{x_q - x_b};$$

ferner Azimut (AC) = (AP) − p, (BC) = (BQ) − q und

Winkel $\alpha = (AB) - (AC)$

$\beta = (BC) - (AB) \pm 180°$

$\gamma = (AC) - (BC)$

Probe: $\alpha + \beta + \gamma = 180°$.

Damit ist die Aufgabe auf die vorige zurückgeführt.

Zur speciellen Erörterung möge folgendes Beispiel dienen: Für die rechtwinkligen Coordinaten der Landesdreieckspunkte A und B gelten die Zahlen (in Metern):

Abscisse	Ordinate
$x_a = +\ 88{,}0$	$y_a = +\ 275{,}0$
$x_b = +\ 366{,}0$	$y_b = +\ 964{,}0.$

Gemessen sind die Dreieckswinkel

$\alpha = 56°\ 30'$	ausgeglichen auf	56° 30′ 20″
$\beta = 75°\ 22'$	„	74° 22′ 20″
$\gamma = 49°\ \ 7'$	„	49° 7′ 20″
179° 59′,		180°.

Die Coordinaten-Differenzen der beiden Punkte betragen:

$$x_b - x_a = +\ 278{,}0$$
$$y_b - y_a = +\ 689{,}0.$$

Das östliche Azimut (AB) berechnet sich durch die Gleichung

$$\operatorname{tg}(AB) = \frac{y_b - y_a}{x_b - x_a} = \frac{+689{,}0}{+278{,}0}$$ (also im 1 ten Quadranten liegend).

$$\log[y_b - y_a] = 2{,}83822$$
$$\log[x_b - x_a] = 2{,}44404$$
$$\log \operatorname{tg}(AB) = 0{,}39418$$ Azimutalwinkel $(AB) = 68^\circ\ 2'$ abger.

Das Azimut der Seite AC berechnet sich durch die Gleichung

$$(AC) = (AB) - \alpha = 11^\circ\ 31'\ 40'',$$

das der Seite BC durch die Gleichung

$$(BC) = (AB) + \beta + 180^\circ = 322^\circ\ 24'\ 20''$$

Probe: $(AC) - (BC) + 360^\circ = \gamma = 49^\circ\ 7'\ 20''$

oder $(BC) - (AC) = 360^\circ - \gamma = 310^\circ\ 52'\ 40''$*).

Zur Controle kann man auch noch rechnen nach der Gleichung

$$\frac{1 + \operatorname{tg}(AB)}{1 - \operatorname{tg}(AB)} = \operatorname{tg}[45^\circ + (AB)] = \frac{[x_b + y_b] - [x_a + y_a]}{[x_b - y_b] - [x_a - y_a]}$$

$$\frac{1330 - 363}{-598 + 187} = \frac{+967}{-411}$$

$$\log \text{Zähler} = 2{,}98543$$
$$\log \text{Nenner} = 2{,}61384\ n$$
$$\log \operatorname{tg}[45^\circ + (AB)] = 0{,}37159\ n$$
$$45^\circ + (AB) = 113^\circ\ 2'$$
$$(AB) = 68^\circ\ 2'.$$

Für die Berechnung der Dreiecksseiten ergiebt sich Folgendes:

$$\text{Seite } AB = \frac{y_b - y_a}{\sin(AB)} = \frac{+689{,}0}{\sin 68^\circ\ 2'}$$

$$\log[y_a - y_b] = 2{,}83822$$
$$\log \sin 68^\circ\ 2' = 9{,}96727$$
$$\log AB = 2{,}87095;$$

zur Controle ist die Gleichung

*) Da der Azimutalwinkel bei der Rechtsdrehung bis 360° gezählt wird und dann bei der Nordlinie von 360 auf Null Grad springt, so ist bei Berechnung von Azimuten zu einem negativen Ergebnisse immer 360° hinzuzufügen; bei einer Summe, die größer als 360° wird, ist dieser Betrag abzuziehen.

$$AB = \frac{x_b - x_a}{\cos(AB)} = \frac{+ 278{,}0}{\cos 68^\circ\ 2'}$$

anzuwenden, nach welcher $\log AB = 2{,}87109$ beträgt.

Seite $AC = \frac{AB \sin\beta}{\sin\gamma}$;

$$\begin{aligned} \log AB &= 2{,}89109 \\ \log\sin 74^\circ\ 22'\ 20'' &= 9{,}98363 \\ \sin 49^\circ\ \ 7'\ 20'' &= 0{,}12140 \\ \hline \log AC &= 2{,}97612. \end{aligned}$$

Seite $BC = \frac{AB \sin\alpha}{\sin\gamma}$;

$$\begin{aligned} \log AB &= 2{,}87109 \\ \log\sin 56^\circ\ 30'\ 20'' &= 9{,}92111 \\ \log\sin 49^\circ\ \ 7'\ 20'' &= 0{,}12140 \\ \hline \log BC &= 2{,}91360. \end{aligned}$$

Die Berechnung der Coordinatenstücke und Coordinaten ergiebt Folgendes:

$$\begin{aligned} \log\sin(AC) &= 9{,}30090 \\ \log AC &= 2{,}97612 \\ \hline & \ \ \ 2{,}97640 \end{aligned}$$

$$AC \sin(AC) = \triangle\, y_a = + 189{,}0;$$

$$\begin{aligned} \log\cos(AC) &= 9{,}99114 \\ \log AC &= 2{,}97626 \\ \hline & \ \ \ 2{,}96726 \end{aligned}$$

$AC \cos(AC) = \triangle\, x_a = + 927{,}4$; mithin

Ordinate $y_c = y_a + \triangle\, y_a = 275{,}0 + 189{,}0 = + \ \ 464{,}0$

Abscisse $x_c = x_a + \triangle\, x_a = \ \ 88{,}0 + 927{,}4 = + 1015{,}4$;

oder auch

$$\begin{aligned} \log\sin(BC) &= 9{,}78543\ n \\ \log BC &= 2{,}41360 \\ \hline & \ \ \ 2{,}69903\ n \end{aligned}$$

$$BC \sin(BC) = \triangle\, y_b = - 500{,}1;$$

$$\begin{aligned} \log\cos(BC) &= 9{,}89898 \\ \log BC &= 2{,}91360 \\ \hline & \ \ \ 2{,}81258 \end{aligned}$$

$BC \cos(BC) = \triangle\, x_b = + 649{,}4$; mithin

Ordinate $y_c = y_b + \triangle y_b = +964{,}0 - 500{,}1 = + \ \ 463{,}9$
Absciffe $x_c = x_b + \triangle y_b = +366{,}0 + 649{,}4 = +1015{,}4.$

Zweiter Fall. Die rechtwinkligen Coordinaten von drei unzugänglichen Dreieckspunkten der Landesvermessung sind gegeben; die Aufstellung des Theodolits ist nur auf dem fest zu legenden Netzpunkte (D) möglich, dessen rechtwinklige Coordinaten ermittelt werden sollen (Rückwärtseinschneiden. Pothenot'sche Bestimmung).

a) Messung der Winkel v und w (Fig. 8).

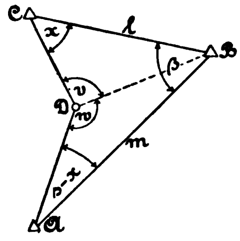


Fig. 8.

b) Berechnung der Längen l und m und ihrer östlichen Azimute aus den gegebenen rechtwinkligen Coordinaten von A, B, C in der beim ersten Fall angegebenen Weise.

c) Berechnung des Winkels x.

Es ist $\beta = (CB) - (AB)$; ferner $x + \beta + v + w + A = 360°$,

$$A = 360° - \beta - v - w - x;$$

$360° - \beta - w - v = s$ eingesetzt, giebt $A = s - x$; durch Einführung des Hilfswinkels

$$\operatorname{tg}\delta = \frac{l \sin w}{m \sin v \sin s} \text{ erhält man}$$

$$\operatorname{cotg} x = \frac{\cos(s-\delta)}{\sin s \cos\delta}.$$

d) Berechnung der Seiten AD, BD und CD nach dem Sinussatze.

$$CD = l\frac{\sin(x+v)}{\sin v},$$

$$BD = l\frac{\sin x}{\sin v} = m\frac{\sin(s-x)}{\sin w},$$

$$AD = m\frac{\sin(w+s-x)}{\sin w}.$$

e) Berechnung der östlichen Azimute (CD) und (AD) und der rechtwinkligen Coordinaten für Punkt D in derselben Weise wie beim ersten Fall.

Liegen die drei Punkte der Landesvermessung in einer geraden Linie, so wird $\beta = 180°$; es ist alsdann

$$s = 360° - 180° - v - w = 180° - v - w.$$

Die Bestimmung des Punktes D wird unmöglich, wenn derselbe auf dem Kreise liegt, der durch die drei Punkte geht; eine gute Ermittelung erhält man, sobald D im Innern des Dreiecks ABC sich befindet oder letzteres dem zu bestimmenden Punkte eine Ecke zukehrt.

Beispiel: Die rechtwinkligen Coordinaten für die drei Punkte der Landesvermessung betragen:

	Abscisse (x)	Ordinate (y)
Für Punkt A:	+ 88,0	+ 275,0
„ „ B:	+ 366,0	+ 964,0
„ „ C:	+ 1016,0	+ 564,0.

Gemessen ist der Winkel (v) zu 124° 3′
„ „ „ „ (w) „ 117° 47′;

nach dem Beispiel 1, in welchem die Coordinaten für die Punkte A und B dieselben sind, ergab die Berechnung Folgendes:

$$\log BC\,(l) = 2{,}91360$$
$$\log AB\,(m) = 2{,}87109$$

das östliche Azimut (AB) = 68° 2′
„ „ „ (BC) = 322° 24′ 20″, mithin beträgt
„ „ „ (CB) = 322° 24′ 20″ − 180° = 142° 24′ 20″;
und der Winkel β = (CB) − (AB) = 142° 24′ 20″ − 68° 2′ = 74° 22′ 20″
Winkel s ist 360° − 74° 22′ 20″ − 124° 3′ − 117° 47′ = 43° 47′ 40″.

Der Hilfswinkel (δ) berechnet sich nach der Formel:

$$\operatorname{tg}\delta = \frac{l \sin w}{m \sin v \sin s};$$

$$\begin{aligned} \log l &= 2{,}91360 \\ \log \sin w &= 9{,}94610; \\ \log l \sin w &= 2{,}86040 \\ \log(m \sin v \sin s) &= 2{,}62857 \\ \log \operatorname{tg}\delta &= 0{,}23083 \\ \delta &= 59°\ 33'. \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \log m &= 2{,}87109 \\ \log \sin v &= 9{,}91832 \\ \log \sin s &= 9{,}84061 \\ \log(m \sin v \sin s) &= 2{,}62957 \end{aligned}$$

Es ist $\cot g\, x = \frac{\cos(s-\delta)}{\sin s \cos\delta}$; $\log\cos(s-\delta) = 9{,}98302$

$\log(\sin s \cos\delta) = 9{,}54498$

$\log\sin s = 9{,}84016$

$\log\cos\delta = 9{,}70482$

$9{,}54498$

$\log\cot g\, x = 0{,}43804$

Winkel $x = 20^\circ\ 2'$

Winkel $(s-x) = 23^\circ\ 45'\ 40''$.

Weiter ist die Seite $CD = l\,\frac{\sin(x+v)}{\sin v}$;

$$\log l = 2{,}91360$$
$$\log\sin(x+v) = 9{,}76835$$
$$\log[l\sin(x+v)] = 2{,}68195$$
$$\log\sin v = 9{,}91832$$
$$\log CD = 2{,}76363;$$

Seite $AD = m\,\frac{\sin(w+s-x)}{\sin w}$;

$$\log m = 2{,}87109$$
$$\log\sin(w+s-x) = 9{,}79371$$
$$\log[m\sin(w+s-x)] = 2{,}66480$$
$$\log\sin w = 9{,}94680$$
$$\log AD = 2{,}71800.$$

Die östlichen Azimute berechnen sich wie folgt:

$(CD) = (CB) + \sphericalangle x = 142^\circ 24' 20'' + 20^\circ\ 2' = 162^\circ 26' 20''$,

$(AD) = (AB) - (s-x) = 68^\circ\ 2' - 23^\circ 45' 40'' = 44^\circ 16' 20''$.

Die Coordinatenberechnung für Punkt D ergiebt Folgendes:

$\log CD = 2{,}76363$	$\log CD = 2{,}76363$
$\log\sin(CD) = 9{,}47964$	$\log\cos(CD) = 9{,}97928$
$2{,}24327$	$2{,}74291$
$CD\sin(CD) = \triangle y_c = +175{,}1$;	$CD\cos(CD) = \triangle x_d = -533{,}3$
Ordinate $y_d = y_c + \triangle y_c$	Abscisse $x_d = x_c + \triangle x_c$
$= +464{,}0 + 175{,}1$	$= +1016 - 553{,}3$
$= +639{,}1$	$= +462{,}7$.

Zur Controle ist zu berechnen:

$\log AD = 2{,}71800$	$\log AD = 2{,}71800$
$\log\sin(AD) = 9{,}84388$	$\log\cos(AD) = 9{,}85493$
$2{,}56188$	$2{,}57293$

$AD \sin(AD) = \triangle y_a = + 364{,}6;$ $AD \cos(AD) = \triangle x_a = + 374{,}1$

Ordinate $y_d = y_a + \triangle y_a$
$= 275{,}0 + 364{,}6$
$= 639{,}6$

Abscisse $x_d = x_a + \triangle x_a$
$= 88{,}0 + 374{,}1$
$= 462{,}1.$

Man kann die Pothenot'sche Aufgabe auch unter alleiniger Anwendung des Sinussatzes durch ein von Wild*) angegebenes Näherungsverfahren lösen, das wir durch ein Beispiel erläutern:

Aus den bekannten Coordinaten der Punkte A, B, C habe man gefunden

$AB = m = 504{,}5$ (Meter)
$BC = l = 543{,}1$ "
$\sphericalangle ABC = \beta = 108^\circ\ 24'.$

Durch Messung sei bestimmt

$v = 46^\circ\ 32'$
$w = 58^\circ\ 12'.$

Die Winkel x und y sind zu berechnen!

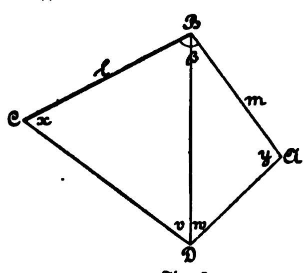


Fig. 9.

Man weiß, daß $x + y = 360^\circ - (\beta + v + w) = 146^\circ\ 52'$ ist.

Nach dem Sinussatz hat man $BD = \frac{l}{\sin v} \cdot \sin x = \frac{m}{\sin w} \cdot \sin y.$

Man ertheilt nun den Winkeln x und y ungefähre Werthe (x_1, y_1), der Art, daß ihre Summe $= 146^\circ\ 52'$ wird. Wird mit diesen Winkeln BD nach den beiden eben angegebenen Formeln berechnet, so werden sich verschiedene Resultate ergeben. Erhält man im Dreieck DBC (wo $BD = \frac{l}{\sin v} \cdot \sin x$ ist) den größeren Werth, so erkennt man daraus, daß x_1 zu groß und y_1 um ebensoviel zu klein genommen ist und umgekehrt. Der Betrag, um den x_1 und y_1 noch zu ändern sind, ergiebt sich aus der Größe der Differenz der beiden Werthe von BD. Ergiebt die Rechnung mit den verbesserten Werthen von x und y noch nicht genügende Uebereinstimmung, so wird das Verfahren fortgesetzt.

Es sei etwa $x_1 = 60^\circ$, $y_1 = 86^\circ\ 52'$, so hat man folgende Rechnung anzustellen:

*) Wild. Schweizerische Zeitschrift für das Forstwesen 1888. S. 60—63 (2. Heft).

$\log l = 2{,}73488$ $\log\sin v = 9{,}86080$	$\log m = 2{,}70286$ $\log\sin w = 9{,}92936$	Wächst der Winkel um 1′, so wächst (in Einheiten der letzten Stelle)
$\log\left(\frac{l}{\sin v}\right) = 2{,}87408$ $\log\sin x_1 = 9{,}93753$	$\log\left(\frac{m}{\sin w}\right) = 2{,}77350$ $\log\sin y_1 = 9{,}99935$	$\log\sin x_1$ um 7 $\log\sin y_1$ um 1
2,81161 2,77285	2,77285	Zusammen 8
3876		

Der Winkel x_1 ist, wie man sieht, zu groß, y_1 zu klein genommen. Die Differenz der Logarithmen der beiden für BD berechneten Zahlen ist in Einheiten der letzten Stelle = 3876. Würde man den Winkel x_1 um 1′ kleiner, y_1 um 1′ größer nehmen, so würde die Differenz dadurch um 8 Einheiten verringert werden, wie man aus den beigeschriebenen Differenzen für 1′ ersieht. Man ändert also jeden Winkel um

$$\frac{3876}{8} \text{ Minuten} = 484{,}5' = 8^\circ\ 4'\ 30''$$

und erhält die neuen Werthe x_2 und y_2

$$x_1 = 60^\circ \qquad y_1 = 86^\circ\ 52'$$
$$-\ (8^\circ\ 4'\ 30'') \qquad +\ (8^\circ\ 4'\ 30'')$$
$$x_2 = 51^\circ\ 55'\ 30'' \qquad y_2 = 94^\circ\ 56'\ 30''$$

Hiermit hat man eine zweite Berechnung von BD durchzuführen, wobei nur die Logarithmen von $\sin x_2$ und $\sin y_2$ neu aufzuschlagen sind.

$\log\left(\frac{l}{\sin v}\right) = 2{,}87408$ $\log\sin x_2 = 9{,}89609$	$\log\left(\frac{m}{\sin w}\right) = 2{,}77350$ $\log\sin y_2 = 9{,}99838$	Diff. für 1′	
2,77017	2,77188 2,77017	x_2 y_2	10 −1
	171	zusammen	9

Da der Sinus im 2. Quadranten abnimmt, so ist bei y_2 eine negative Differenz in Rechnung zu stellen. Es ist jetzt x_2 zu vergrößern und y_2 zu verkleinern und zwar um $\frac{171'}{9} = 19'$.

$$x_2 = 51^\circ\, 55'\, 30'' \qquad y_2 = 94^\circ\, 56'\, 30''$$
$$+19' \qquad -19'$$
$$x_3 = 52^\circ\, 14'\, 30'' \qquad y_3 = 94^\circ\, 37'\, 30''$$

Eine dritte Rechnung ergiebt

$\log\left(\frac{l}{\sin v}\right) = 2{,}87408$	$\log\left(\frac{m}{\sin w}\right) = 2{,}77350$	Diff. für 1′	
$\log\sin x_3 = 9{,}89796$	$\log\sin y_3 = 9{,}99858$		
2,77204	2,77208	x_3	10
	2,77204	y_3	−1
	4	zusammen	9

Die beiden Zahlen, welche zu den Logarithmen
2,77204 und 2,77208 gehören,
sind 591,61 und 591,67;
wir nehmen demnach das Mittel

$$BD = 591{,}64 \text{ (Meter)}$$

und verbessern die Winkel noch um $\frac{4}{9}$ Minuten, d. h. um rund 30″. Es ergeben sich so die endgültigen Werthe

$$x = 52^\circ\ 15' \text{ und } y = 94^\circ\ 37'.$$

Dies Verfahren führt, wie man sofort sieht, nicht zum Ziele, wenn die Differenzen für 1′ bei den beiden Winkeln gleich und entgegengesetzt sind, da dann der Divisor 0 entsteht. Es ist das der Fall, wenn $x + y = 180^\circ$ ist, d. h. wenn der Punkt D auf dem durch A, B, C gehenden Kreise liegt, in welchem Falle ja die Pothenot'sche Bestimmung überhaupt nicht ausführbar ist.

Dritter Fall. Die beiden Dreieckspunkte A, B der Landesvermessung sind unzugänglich; es sollen ihre Coordinaten zur Bestimmung der Länge CD und der rechtwinkligen Coordinaten der festzulegenden Netzpunkte C und D benutzt werden (Fig. 10). Es kann dies in folgender Weise geschehen:

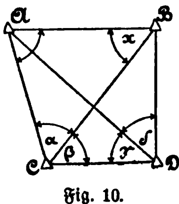


Fig. 10.

a) Auswahl des Punktes C und D mit Rücksicht darauf, daß die Messung der Winkel α, β, γ und δ möglich ist.

1. Aufsuchen und Messen einer passenden Basis und Festlegen geeigneter Dreieckspunkte.

Bei Auswahl der so wichtigen Grundlinie des trigonometrischen Netzes, von deren genauer Längebestimmung die richtige Lage aller Dreieckspunkte mit abhängt, ist vor allem auf gute Meßbarkeit, dann aber auch darauf Bedacht zu nehmen, daß man von den Endpunkten eine weite Aussicht hat, um möglichst viele Dreieckspunkte direkt mit der Basis in Verbindung bringen zu können. Lange Grundlinien, welche in früheren Jahren allgemein üblich waren, begünstigt man nicht mehr wegen der Schwierigkeit der Messung — Veränderung der Maßstäbe während der Messung —, sondern wählt kürzere, aber gut meßbare Grundlinien von circa 1000 m Länge auf Wegen, Eisenbahnen, Plateaus u. s. w. und bestimmt deren Länge durch mehrmaliges Messen in entgegengesetzter Richtung mittelst 5 m langen Meßlatten unter Berücksichtigung der Neigungsverhältnisse des Terrains und der Längenänderung durch die Temperatur. Je kürzer die Grundlinie im Verhältniß zur Längenausdehnung des Dreiecksnetzes ist, desto genauer muß die Länge gemessen werden. Aus den Resultaten der wiederholten Messungen ist das arithmetische Mittel zu nehmen und den trigonometrischen Berechnungen zu Grunde zu legen, wenn die Längenmessungen nicht mehr als wie $^1/_{5000}$ von einander abweichen. Zur Controle der Messung ist die genaue Längemessung einer zweiten, am entgegengesetzten Ende des Netzes liegenden Grundlinie (Verificationsbasis) erwünscht.

Beim Festlegen der Hauptdreieckspunkte ist zu beachten, daß die Lage der Punkte eine gesicherte ist. Sie sind deshalb möglichst auf forstfiskalischem Grund und Boden zu legen; Grenzmale, Jagen-, Distriktssteine sind dabei zu bevorzugen. Ferner sollen die Punkte nach dem Nächstliegenden freie Aussicht haben und entweder die feste Aufstellung des Theodolits gestatten oder die Ermittelung der zum Centriren erforderlichen Angaben ermöglichen. Allzu spitze und stumpfe Winkel sind zu vermeiden; als Grenzen sollten 30° und 150° nicht überschritten werden. Die Punkte sind in der Weise zu einem Dreiecksnetze zu verbinden, daß von der Grundlinie aus ein allmählicher Uebergang von kleinen zu größeren Dreiecken eintritt und der ganze Waldkomplex durch ein großes oder einige große Hauptdreiecke eingeschlossen wird.

Die Anzahl und somit auch die Entfernung der Dreieckspunkte ist abhängig von den Terrainverhältnissen. Unter günstigen Bodenverhältnissen ist auf ca. 200—300 ha oder auf ca. 4000 m Entfernung, unter ungünstigen auf je 1500—2000 m Abstand ein Punkt zu rechnen. Insofern diese Festpunkte nicht durch natürliche Signale bereits bezeichnet sind, müssen dieselben durch behauene Steine, hölzerne Pyramiden oder durch mit Fahnen oder Strohwischen versehene Stangen (Baumsignal) gekennzeichnet und durch fortlaufende Namen oder Nummern noch näher characterisirt werden. Damit die Lage der Dreieckspunkte bei der Winkelmessung und Coordinatenberechnung ersichtlich ist, sind dieselben entweder auf einer vorhandenen Uebersichtskarte oder auf einem Handrisse zu verzeichnen.

2. Ermittelung der Horizontal- und Höhenwinkel und des Azimuts einer Dreiecksseite.

In Betreff der Winkelmessung ist das früher Gesagte zu beachten. (Seite 23 u. 24.)

Eine 6fache Beobachtung auf jedem Hauptdreieckspunkte und eine 3malige auf den Nebendreiecken muß die Regel bilden. Differenzen bis zu 15″ in den einzelnen Sätzen (Gyrus) sind gleichmäßig auf alle Winkel zu vertheilen. Wenn irgend möglich, sind zur besseren Controle sämmtliche Horizontalwinkel der Dreiecke zu messen und es ist von dieser Regel nur abzuweichen, wenn der eine oder andere Dreieckspunkt zur Aufstellung des Instruments nicht geeignet sein sollte. Bemerkungen, ob Licht, Luft u. s. w. bei der Winkelbeobachtung günstig waren, dürfen im Winkelmanuale nicht fehlen.

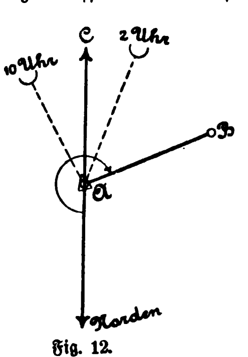


Fig. 12.

Die Bestimmung der rechtwinkligen Coordinaten der Dreieckspunkte erfordert weiter noch die Bestimmung des Azimuts einer Dreiecksseite. Hierbei wird in folgender Weise verfahren (Fig. 12):

Man stellt an einem sonnigen Tage den Theodolit im Punkt A einige Stunden vor Mittag (10 Uhr) auf, richtet das mit dunkelrothem Sonnenglase versehene Fernrohr auf die Sonnenscheibe und folgt dieser, bis der Horizontalfaden des Faden-Kreuzes den oberen

oder unteren Rand der Sonnenscheibe trifft. In diesem Moment zieht man alle Klemmschrauben an, notirt die Zeit nach der richtig gehenden Taschenuhr und die Ablesungen am Horizontal- und Höhenkreise. Etwas vor derselben Zeit nach Mittag (2 Uhr) überzeugt man sich von dem unveränderten Stande der Nonien, löst dann die Klemmschraube der Alhidade und folgt mit dem, wie am Vormittag geneigten Fernrohre der Sonnenscheibe, bis der Horizontalfaden wieder den Sonnenrand schneidet. Jetzt klemmt man die Klemmschraube der Alhidade und liest wieder am Horizontalkreise ab, nimmt das Mittel aus beiden Ablesungen — Vor- und Nachmittag —, dreht die Alhidade so weit zurück, bis die Ablesungen mit diesem Mittel übereinstimmen und steckt in der Richtung der Visirlinie das Signal C aus. Dann ist AC die Richtung des geographischen Meridians. Mißt man nun den Winkel CAB und addirt hierzu $\pm 180^0$, so hat man den östlichen Azimutalwinkel von AB, d. h. den Winkel, den die Nordrichtung mit AB einschließt. Um das Azimut auch dann ermitteln zu können, wenn die Sonne gerade um 2 Uhr von Wolken verdeckt sein sollte, macht man am Vormittage mehrere, etwa eine halbe Stunde auseinander gelegene Einstellungen. Zwischen der letzten Vormittags- und der ersten Nachmittags-Beobachtung bleibt der Stand der Nonien unverändert, während die anderen Beobachtungen am Vormittag notirt werden müssen, damit der Theodolit Nachmittags wieder darauf eingestellt werden kann.

Ein kleiner Fehler bei dieser Messung entsteht dadurch, daß die Deklination der Sonne sich während der Beobachtung ändert. Am geringsten wird derselbe, wenn man die Messung in der letzten Hälfte des Juni oder Dezember ausführen kann.*)

*) Bei sehr genauen Messungen berücksichtigt man noch die Deklination und stellt die Correktion k in Rechnung nach der Gleichung $k = \frac{t \cdot D}{\cos \varrho \cdot \sin 15t'}$ in welcher ϱ die geographische Breite des Beobachtungsortes, t die in Zeitminuten ausgedrückte halbe Zwischenzeit der korrespondirenden Beobachtungen Vor- und Nachmittags, 15 t die in Bogenmaß verwandelte Zwischenzeit t und endlich D die Aenderung der Sonnendeklination an dem betreffenden Tage in einer Zeitminute ist. Diese Größe (k) ist von den Ablesungen am Horizontalkreise zu subtrahiren, wenn die Theilung des Horizontalkreises in derselben Richtung läuft, wie die Azimute gezählt werden. (Dr. Brünow, Lehrbuch der sphärischen Astronomie.)

Mit wie vorzüglichen Instrumenten und wie sorgfältig die Winkelmessung auch immer ausgeführt sein mag, stets ist dieselbe mit kleinen und unvermeidlichen Beobachtungsfehlern behaftet, welche ausgeglichen werden müssen. Diese Berichtigung mittelst der Methode der kleinsten Quadrate nach den Grundsätzen der Wahrscheinlichkeit vornehmen zu wollen, wie es für die Landestriangulation vorgeschrieben, ist zu zeitraubend und ohne praktische Bedeutung für die Waldtriangulation; es genügt vielmehr, die Ausgleichung nach folgenden Bedingungen zu bewirken:

a) **Die Summe aller aufeinanderfolgenden Winkel um einen Dreieckspunkt muß vier rechte geben** (Horizontschluß).

b) **Die Summe der drei Winkel im Dreieck muß zwei rechte betragen** (Dreiecksschluß).

Als **zulässig** können die Beobachtungsfehler angesehen werden, wenn dieselben bei Dreiecken unter 2 km durchschnittlicher Seitenlänge nicht größer als $1^1/_2{}'$ sind, bei Dreiecken von 2 bis 5 km nicht mehr als 1′, bei Dreiecken von 5—10 km nicht mehr als 45 Secunden betragen. Bei mit gleicher Schärfe beobachteten Winkeln findet eine **gleichmäßige** Vertheilung der Winkelfehler statt.*)

*) Auf diese Winkelsummen-Ausgleichung nimmt man unter schwierigen Verhältnissen noch eine Prüfung nach der Gleichung

$$\sin\alpha_1 \cdot \sin\alpha_2 \cdot \sin\alpha_3 \cdot \sin\alpha_4 \cdot \sin\alpha_5 = \sin\beta_1 \cdot \sin\beta_2 \cdot \sin\beta_3 \cdot \sin\beta_4 \cdot \sin\beta_5$$

vor. Man schlägt zu dem Ende die Logarithmen sämmtlicher sin auf und notirt auch für jeden die Differenz von 1″. Die Summe der Logarithmen aller sin α muß dann gleich der Summe der Logarithmen aller sin β sein. Zeigt sich ein Unterschied (u), so ist die eine Summe um $\frac{u}{2}$ zu groß, die andere um $\frac{u}{2}$ zu klein. Man dividirt dann u durch die Summe aller Differenzen für eine Secunde. Der Quotient ist die Anzahl von Secunden, die dem Werthe u entspricht. Die Hälfte dieser Secunden wird gleichmäßig auf die α, die andere Hälfte auf die β vertheilt. Dann hat jedes Dreieck die richtige Winkelsumme

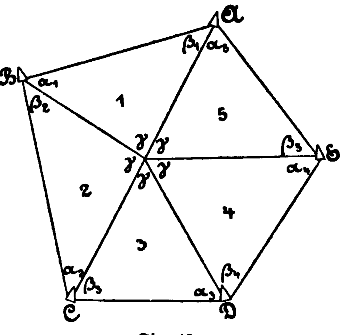


Fig. 13.

3. Die Berechnung der Dreiecksseiten und rechtwinkligen Coordinaten für die Dreieckspunkte.

Man beginnt zu dem Zwecke mit der Berechnung des größten Dreiecks (1, 2, 3 der Figur 14), in welchem für die Länge einer Seite beispielsweise für 2, 3 ein der wirklichen Länge möglichst genäherter Hülfswerth zunächst eingesetzt wird. Diesen letzteren erhält man dadurch, daß man von der gemessenen Grundlinie 7, 8 im Dreiecke 3, 7, 8 die Seite 3, 7 und hiernach im Dreiecke 2, 3, 7 die Seite 2, 3 nach dem Sinussatze mit Hülfe der Winkel berechnet.

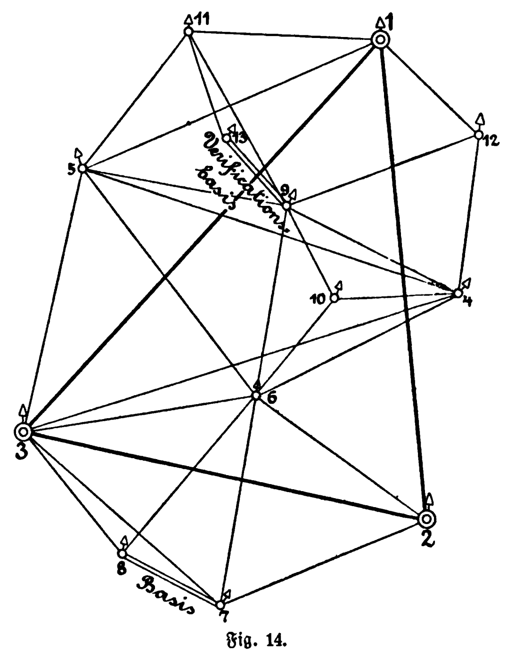


Fig. 14.

Mit Zugrundelegung dieses Hülfswerthes und der berichtigten Winkel werden sodann die genäherten Dreiecksseiten (1, 2) und (1, 3)

---

und auch jedes Polygon, welches man aus einzelnen Dreiecken bildet. Die Bedingungsgleichungen a und b werden hierdurch nicht wieder gestört, weil in jedem Dreieck die Aenderungen von α und β gleich groß, aber entgegengesetzt sind.

bestimmt, sodann unter Benutzung eines Azimuts (1, 2) die Azimutalwinkel für die Seiten (2, 3) und (1, 3) abgeleitet und hierauf die vorläufigen Coordinaten der Punkte 2 und 3, bezogen auf den Anfangspunkt 1 berechnet. In stufenweiser Aufeinanderfolge von den größeren, möglichst gleichseitigen zu den kleineren, weniger gut geformten Dreiecken übergehend, werden hiernach die vorläufigen Coordinaten für die anderen Dreieckspunkte durch Einschneiden (Seite 22, 32) bis zu der resp. den Dreiecksseiten ermittelt, deren Länge durch sorgfältig wiederholte unmittelbare Messung möglichst genau bestimmt wurde. So kann man beispielsweise nach Figur 14 von 2 und 3 aus die Punkte 6 und 7 berechnen, von 3, 6 und 7 den Punkt 8, weiter von 1 und 3 den Punkt 5, von 1 und 5 den Punkt 11, von 5, 6 und 11 den Punkt 9, von 11 und 9 den Punkt 13, von 9 und 6 den Punkt 4 und darauf 10; schließlich von 9 und 4 den Punkt 12.

Aus den vorläufigen Coordinaten von 7 und 8 wird die denselben entsprechende Länge dieser Basis berechnet; ebenso aus den Coordinaten von 9 und 13 die Länge dieser Grundlinie (Verificationsbasis). Durch Vergleichung der wirklich gemessenen Länge (S) mit der auf diese Weise berechneten (s) erhält man für jede Basis einen Reduktionsfaktor $\left(\frac{S}{s}\right)$, mit welchem alle vorläufig berechneten Längen und Coordinaten multiplizirt werden müssen, um die endgültigen zu erhalten. Ergeben mehrere gemessene Grundlinien verschiedene Umwandelungsfaktoren, so nimmt man daraus das Mittel. Würde sich z. B. der aus den angenäherten Coordinaten berechnete Werth einer Grundlinie zur wirklich gemessenen Länge wie 1000 : 1003 verhalten, so hätte man alle genäherten Längen und Coordinaten mit 1,003 zu multipliziren, um die endgültigen zu erhalten oder jede vorläufige Größe g um 0,003 g zu vermehren.

4. Die Berechnung der Höhen für die Dreieckspunkte.

In derselben Reihenfolge, wie die Berechnung der Coordinaten der Dreieckspunkte geschieht, werden zunächst mittelst der Dreiecksseiten und der gemessenen Höhenwinkel die Höhenunterschiede in der auf Seite 28, 29 angegebenen Weise berechnet. In jedem Dreiecke muß die algebraische Summe der Höhenunterschiede gleich Null sein. Gering-

fügige Fehler (vergl. Abschnitt E.) sind nach dem Verhältnisse der Längen auf die einzelnen Dreiecks-Punkte zu vertheilen und aus den so berichtigten Höhenunterschieden und einem als Generalhorizont (Nullpunkt) anzunehmenden Dreieckspunkte sind endlich die absoluten Höhen für die Dreieckspunkte durch Addition der Höhenunterschiede zu diesem Anfangspunkte zu bestimmen.

Die Vermessungs- und Berechnungsresultate des trigonometrischen Dreiecksnetzes sind in einem Verzeichnisse in leicht übersichtlicher Weise einzutragen, wie es das untenstehende Formular veranschaulicht.

5. Anfertigung der trigonometrischen Netzkarte.

Auf Grund der berechneten Coordinaten der Dreieckspunkte erfolgt die Kartirung derselben mit Benutzung eines genau konstruirten Quadratnetzes im Maßstabe 1 : 25 000 in der im Kapitel „Kartirung" angeführten Weise und nach den über die anzuwendenden Signaturen vorgeschriebenen Bestimmungen (Fig. 14).

Bezeichnung der Dreieckspunkte und Dreiecke.	Länge der Dreiecksseite.		Gemessener bezw. berechneter Dreieckswinkel.			Verbesserter Dreieckswinkel.			Gemessener bezw. berechneter Azimutalwinkel.			Quadrant.	Zur Berechnung reducirter Winkel.			Coordinatenstücke							
																Berechnete Ordinatenstücke				Berechnete Abscissenstücke			
																+		—		+		—	
	m	dc	°	'	"	°	'	"	°	'	"		°	'	"	m	dc	m	dc	m	dc	m	dc

II. Die Stückvermessung.

An die Netzlegung und Aufnahme reiht sich die Stückvermessung. Zu den Hauptgegenständen derselben gehören:

1. Die Grenzen des Waldgrundeigenthums.
2. Die inneren Berechtigungsgrenzen.
3. Wichtige zur inneren und äußeren Orientirung, sowie zum forstlichen Gebrauche dienende Punkte und Linien, so die Grenzen der allgemeinen Verkehrsadern (Schienen-, Wasser-, Vicinalstraßen), die Grenzen der den Wald durchziehenden oder berührenden politischen Verwaltungsbezirke (Provinzial-, Kreis-, Gutsbezirks-, Gemarkungsgrenzen 2c.).
4. Das Terrain nach Höhen- und Formverhältnissen.
5. Die innere Eintheilung der Waldfläche, und zwar
   a) die Grenzen der Wirthschaftsfiguren (Forstorte, Jagen, Distrikte, Schläge);
   b) die Grenzen der Abtheilungen, und zwar
      α) der Holzbodenabtheilungen,

der Dreieckspunkte.								Coordinaten der Dreieckspunkte.				Gemessene Höhenwinkel.		Berechnete Höhenunterschiede der △ Punkte.		Verbesserte Höhenunterschiede.		Absolute Höhe der Dreieckspunkte.	
Verbesserte Ordinaten-				Abscissen-stücke.				Ordinate		Abscisse									
+		—		+		—													
m	dc	m	dc	m	dc	m	dc	m	dc	m	dc	°	′	m	dc	m	dc	m	dc

β) der Nichtholzbodenabtheilungen (Aecker, Wiesen, Weiden, Brücher, Moore, Sümpfe, Seen, Teiche, Steinbrüche, Thon-, Kiesgruben-, Fels- und Steinwände, Bauplätze, Holzablageplätze, Gebäude und Hofraum u. s. w.).

6. Das Waldwegenetz, soweit dasselbe nicht mit der unter 5 erwähnten inneren Eintheilung zusammenfällt.

Die Aufnahme gestaltet sich in Bezug auf Verfahren, Aneinanderreihung der geodätischen Arbeiten, sowie in Bezug auf Zeit- und Kostenaufwand verschieden, je nachdem vom Walde noch gar kein oder doch nur ein wenig brauchbares Waldwege- und Eintheilungsnetz vorhanden, oder solches auf Grund topographischer Karten oder forstlicher Terrainkarten bereits zur Durchführung gelangt ist. — Im ersten Falle ist zunächst die Aufnahme und Kartirung der unter 1 bis 4 aufgeführten Gegenstände auszuführen, weil ja bekanntlich der Entwurf des Waldwegenetzes und die Bildung der Wirthschaftsfiguren sich wesentlich auf die allgemeinen Verkehrsstraßen, auf die Bodenkonfiguration und die Terrainhöhen stützt und erst nach örtlicher Absteckung des Wegenetzes und nach Durchlegung und Fixirung der Wirthschaftsfiguren, sowie nach Ausscheidung der Abtheilungen innerhalb derselben, die Horizontalaufnahme und Kartirung dieser Flächenabschnitte und Wegezüge vorzunehmen ist. Im anderen Falle unterbleibt die Terrainvermessung; es beschränkt sich die Detailvermessung auf die Horizontalaufnahme der Vermessungsgegenstände.

Wir behandeln die erstere, schwierigere und zeitraubendere Aufnahme. Das Messungsverfahren für die reine Horizontalmessung ist daraus ohne Schwierigkeit zu entnehmen. Im Uebrigen geben auch die Abschnitte II und III noch weitere Auskunft.

Die Stückvermessung wird eingeleitet:

1. Mit der Konstruktion eines polygonometrischen Netzes (Polygonalnetzes).

Das Polygonalnetz soll weitere Festpunkte für die Stückvermessung liefern und zugleich — wenn irgend möglich — zur direkten Aufnahme der einzelnen Grenzen der verschiedenen Flächenabschnitte dienen. Zu dem Ende werden die Hauptrichtungen der unter 1—4

erwähnten Grenzen fortlaufend zu Polygonzüge verbunden, zunächst an trigonometrische und in weiterer Folge an vorbestimmte Polygonpunkte angeschlossen. Hiernach unterscheidet man Haupt- und Nebenpolygonzüge (Figur 15). Bei Konstruktion, Sicherung und Bezeichnung derselben sind folgende allgemeine Gesichtspunkte zu beachten:

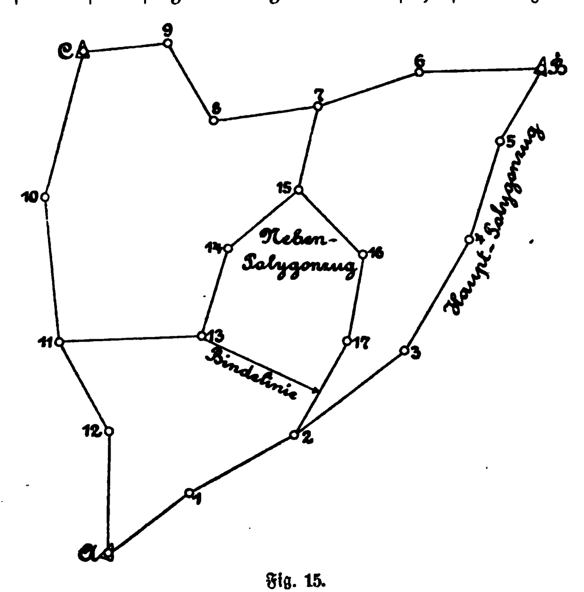


Fig. 15.

a) Die Hauptzüge müssen die Dreieckspunkte auf direktem Wege mit einander verbinden und thunlichst eine gestreckte Form haben. Ihre Richtung soll weiter eine solche sein, daß die Eigenthumsgrenzen, die Grenzen der allgemeinen Verkehrsadern und die Hauptwasserscheiden, Hauptthalzüge, scharfen Bergrücken u. s. w. von ihnen erfaßt werden.

b) Bei Auswahl der Hauptpolygonpunkte ist zu berücksichtigen, daß scharf ein- und ausspringende Ecken, das Zusammentreffen von kurzen und langen Seiten thunlichst vermieden wird, dagegen sind Stationslinien von 150 – 250 m zu bevorzugen und unter 60 m unzulässig. Hauptmeßzüge sollen nicht mehr als 20—30 Winkelpunkte enthalten. Weiter ist auf gute Meßbarkeit der Polygonwinkel (Brechungswinkel) zu sehen; vor allem müssen also die Absteckstäbe

auf den benachbarten Stationspunkten gut sichtbar und muß eine sichere Aufstellung des Winkelmeßinstruments möglich sein.

c) Die Nebenzüge, ausgehend von Punkten der Hauptzüge und auch an diese wieder anschließend, sind in solcher Zahl einzulegen, daß durch sie die Aufnahme des Details (der Vermessungsgegenstände) und vor allem des Terrains bewerkstelligt werden kann. Während die Hauptmeßzüge den Richtungen der Eigenthumsgrenzen, den Hauptgeripplinien des Terrains folgen, erfassen die Nebenzüge weniger scharf hervortretende, für die Waldeinteilung jedoch noch wichtige Terrainlinien und Terrainflächen, wie Mulden, Wasserrisse, Bergkanten, Felspartien u. s. w. Ihre Punkte sind so auszuwählen, daß dadurch nicht nur eine leichte und sichere Längen- und Winkelmessung gestattet, sondern auch die eingangs erwähnten Aenderungen in der Ausformung und Neigung der Terrainoberfläche angezeigt ist.

Die richtige und umsichtige Auswahl dieser Haupt- und Nebenmeßzüge und ihrer Punkte ist für den Werth der Aufnahme von der größten Wichtigkeit, insbesondere dann, wenn die Terrainaufnahme einige Schwierigkeiten bereitet. Ebensowenig wie man auf gleichmäßigem, mehr übersichtlichem Terrain kleinlich verfahren darf, ebensowenig ist in einem sehr coupirten Terrain die oberflächliche Aufnahme einer ungenügenden Anzahl von Zügen und Meßpunkten zulässig. Die Zahl der letzteren ist nicht generell anzugeben, sondern abhängig vom Verlauf der Grenzen und der Bodenconfiguration.

d) Die Kosten für die örtliche dauerhafte Fixirung eines ausgedehnten polygonometrischen Vermessungsnetzes müssen zu dem Nutzen in einem richtigen Verhältnisse stehen; es ist deshalb die dauerhafte Bezeichnung der Meßpunkte, sei es durch rohe Steine oder durch Drainröhren, nur auf denjenigen Terrainstrecken vorzunehmen, wo die Meßzüge an den Eigenthumsgrenzen entlang ziehen oder zugleich die Grenzen der Wirthschaftsfiguren zweifellos anzeigen. Wenn man erwägt, daß durch die spätere Versteinung der Durchschnittspunkte der Grenzen der Wirthschaftsfiguren, durch die Markirung der Abtheilungsgrenzen, Anhaltspunkte zu den geometrischen Operationen im Innern des Waldes in hinreichender Zahl geschaffen werden, so werden für die übrigen Fälle solche durch Pfähle mit Stichgräben oder Erdhügeln oder durch Pfähle allein ausreichen.

e) Die Bezeichnung der festgelegten Meßzüge ist in systematischer Weise vorzunehmen. Beginnend mit den Hauptzügen, läßt man die Nebenzüge folgen und zieht die Nummerirung der Meßpunkte mit arabischen Ziffern der Bezeichnung durch Buchstaben vor.

f) Wird die Festlegung von Transversal- oder Bindelinien oder Hilfsdreiecken außer den Polygonzügen zur Aufnahme von Vermessungs-Gegenständen noch erforderlich, so müssen diese Meßlinien die Polygonzüge auf kürzestem Wege verbinden und das Terrain in der günstigsten Richtung durchschneiden, damit sie mit gleichmäßiger Genauigkeit gemessen werden können.

g) Richtung und Lage der Polygonalzüge sind auf einem Handrisse oder auf vorhandenen Uebersichtskarten einzutragen und ist dabei anzugeben, in welcher Reihenfolge die Berechnung der Polygonalzüge vorzunehmen ist.

2. An die Polygonnetzlegung schließt sich die Längen- und Winkelmessung der Haupt- und Nebenzüge.

Vor allem ist auf die genaue Längenmessung der Polygonseiten ein großes Gewicht zu legen. Die Längenmeßwerkzeuge sind vor ihrem Gebrauche und während der Messung auf ihre richtige Länge öfters zu prüfen, jede zu messende Linie ist durch eine Anzahl von Absteckstäben zu bezeichnen und ebenso dürfen die Neigungsverhältnisse des Terrains nicht unberücksichtigt bleiben. In sehr coupirtem Terrain ist die Messung der Seiten der Hauptmeßzüge mittelst 5 m langer Meßlatten und Bergwage, im flacheren Terrain mit Hilfe von Stahlmeßband, Gradbogen und Projektionseinrichtung auszuführen. Die Hauptpolygonseiten sind doppelt, vor- und rückwärts zu messen und ist das arithmetische Mittel aus diesen beiden Resultaten zu nehmen und der späteren Coordinatenberechnung zu Grunde zu legen, wenn bei den Doppelmessungen keine größere Abweichung als 0,02 m im günstigen und mittleren, und 0,03 m im ungünstigen Terrain pro 100 m sich zeigt.

Die Stationslängen der Nebenzüge sind durch einmalige Messung und zwar dort, wo von diesen Linien aus eine Anzahl von rechtwinkligen Ueberschlägen (Ordinaten) zu nehmen sind, mittelst Stahlmeßband und Gradbogen-Einrichtung zu bestimmen, in allen

4*

anderen Fällen aber, wo es sich nur um Längenbestimmung der Seiten handelt und die Bestandesverhältnisse der Distancemessung keine Schwierigkeiten bereiten, ist letztere ausreichend.

Hand in Hand mit der Längenmessung geht die Bestimmung der unter 1—4 angeführten Aufnahmeobjekte und zwar entweder durch Fluchtdistancen oder durch rechtwinklige Coordinaten oder durch

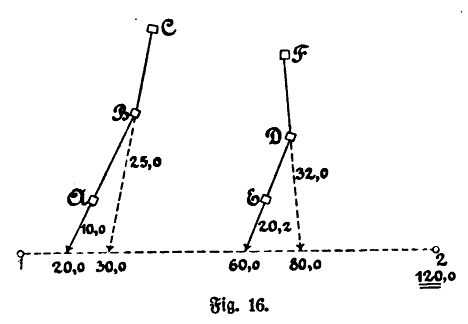


Fig. 16.

Kreuzschnitte. Der erste Weg besteht darin, daß die Richtungen der Grenzlinien in die Polygonseiten einzubinden sind, d. h. der Durchschnitt oder die Verlängerung derselben in der Polygonseite abzuzählen und der Abstand des Aufnahmepunktes vom Kreuzungspunkte zu messen ist, wie Figur 16 veranschaulicht.

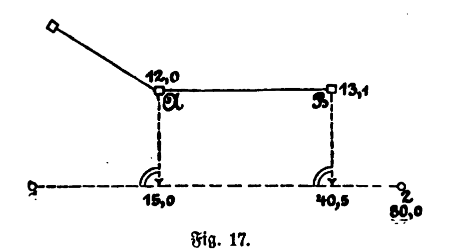


Fig. 17.

Recht gebräuchlich bei den Waldvermessungen ist die zweite Methode, bei welcher die Brechpunkte der Grenzen u. s. w. durch Abscissen und Ordinaten auf die Polygonseiten direkt bezogen werden. Es werden die Fußpunkte der Ordinaten auf den Polygonseiten bei weiten Entfernungen von 10—50 m in der Ebene mit Winkelspiegel, Winkelprisma oder Prismenkreuz und in geneigtem Terrain mit Kreuzscheibe bestimmt, während bei kürzeren Abständen — bis 10 m —

die Ermittelung nach dem Augenmaße ausreicht. Der in Figur 17 dargestellte Handriß veranschaulicht das Verfahren.

Der dritte Weg, die Einbindung durch Kreuzschnitte, kommt nur ausnahmsweise, so bei zu langen Entfernungen (50 m und mehr) und in schwer zugänglichem Terrain zur Anwendung. Er besteht darin, daß in der Polygonseite, sei es in gleichen oder ungleichen Intervallen, Zwischenpunkte eingemessen und von denen aus die Aufnahmepunkte eingekreuzt werden, wie Figur 18 darstellt.

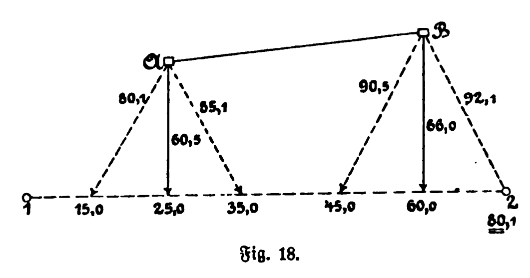


Fig. 18.

Die Aufnahme des Details, der Grenzen u. s. w. ist an Ort und Stelle mit sämmtlichen Konstruktionslinien und Maßen in einem Handrisse (Vermessungsmanual) einzutragen, welcher später zur Anfertigung der Originalpläne und event. zur Wiederherstellung verlorener Grenzen mitzudienen hat. Weil dieser Handriß ein außerordentlich wichtiges Urkundenmaterial bildet, ist derselbe mit Umsicht und Sorgfalt sauber und deutlich zu führen. In einer Jedermann verständlichen Weise sind die aufgenommenen Gegenstände und die ermittelten Zahlen deutlich und übersichtlich zu verzeichnen, damit auch ein anderer als der Aufnehmer im Stande ist, den Originalplan nach demselben aufzutragen.

Die Handrisse werden entweder auf Bogen im Format von ca. 40/50 cm oder in besonderen Handrißbüchern in einem Format von ca. 10/20 cm verzeichnet. Dem ersteren Verfahren räumt man den Vorzug ein, daß das Aufnahmeverfahren übersichtlicher, in der Zeichnung korrekter hervortritt, während die bessere Handlichkeit, Einfachheit in der Führung und eine bessere Ueberwachung der Meßoperationen den kleinen Handrißbüchern zuzuschreiben ist. Die Tafel 1 stellt einen Handriß in Bogenformat dar, wie er nach den Bestim-



mungen des Central-Direktoriums für Vermessungen in Preußen vorgeschrieben ist; im Speciellen ist dabei noch Folgendes zu bemerken:

a) Die Polygonseiten und Messungslinien sind ihrer ganzen Länge nach in der in der Tafel 1 vorgeschriebenen Signatur auszuzeichnen; im Freien genügt zunächst die Bleizeichnung.

b) Die Maße werden rechtwinklig gegen die Messungslinie, welcher sie angehören, fortlaufend in der Weise geschrieben, daß der Fuß der Zahlen nach dem Anfangspunkte der Messung hinweist. Zur Trennung der Einerstelle von den Decimalen dient das Komma. Die Beifügung einer Maßbezeichnung unterbleibt. Die Längen der Messungslinien sind bis auf Centimeter, jedoch nur in gerader Zahl, anzugeben.

c) Das die ganze Länge einer Messungslinie angebende Maß wird zur Erleichterung des Ueberblicks doppelt unterstrichen. Die Maße für Einbindepunkte der seitwärts abgehenden Messungslinien werden einmal unterstrichen. Bei wiederholter Messung einer Linie werden die dabei gefundenen Maße unter einander geschrieben und durch eine Klammer verbunden.

d) Die Maße für einzelne Grundstücksbreiten, für Steinentfernungen u. s. w. werden parallel der betreffenden Grenzstrecke, Dimension u. s. w. geschrieben.

e) Die anzuwendenden Zeichen für Grenzmale, Messungspunkte u. s. w. sind ersichtlich aus den Tafeln 2 und 3.

Die Führung der Handrißbücher macht Figur 19 und Tafel 3 ersichtlich. Hierbei ist noch Folgendes zu bemerken:

a) Jede Seite des Meßmanuales ist in der Mitte mit einer Vertikal-Linie zu versehen, um die bei Messung der Seiten zu nehmenden Ordinaten, sowie die Vermessungsgegenstände deutlich verzeichnen zu können.

b) Sämmtliche Meßlinien sind von vorne an in aufeinanderfolgender Reihenfolge mit arabischen Ziffern zu nummeriren, so daß jede Meßlinie nach ihrer Nummer im Meßmanuale ohne Zeitaufwand zu finden ist.

c) In den Anfangs- und Endpunkten jeder Meßlinie, sowie in anderen Punkten derselben, in welchen andere Meßlinien einlaufen oder



Darstellung der Vermessungselemente.

Verlag von Julius Springer in Berlin N. Autogr. Anst. von Alfred Müller in Leipzig-P.

in den Hn. | in den Karten.

Gräben

Hecke mit Graben.

Zaun mit Graben.

Erdwall mit Graben.

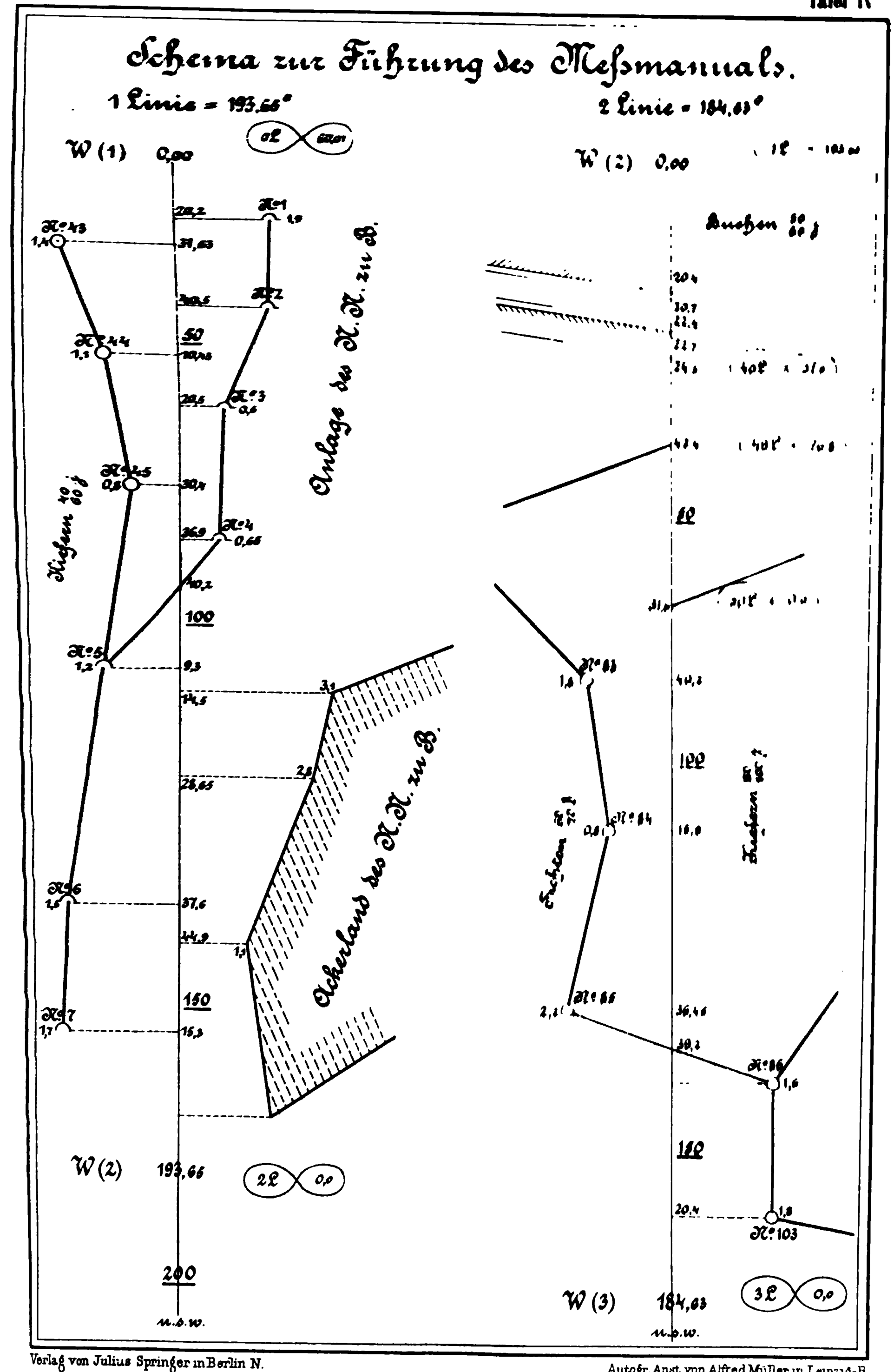
Bewachsener Erdwall mit Graben.

Raine u. dergl. m.

Mauern.

Verlag von Julius Springer in

Autogr. Anst. von Alfred Müller in Leipzig-R.



Verlag von Julius Springer in Berlin N.
Autogr. Anst. von Alfred Müller in Leipzig-R

schneiden, sind diese anlaufenden oder schneidenden Meßlinien in möglichst richtiger Orientirung einzuzeichnen, auf denselben zwei zusammenhängende Nullen (Klammern) einzutragen und in die erste Null die Nummern der betreffenden Meßlinie, in die zweite aber, je nachdem, ob die Linien an- oder ablaufend, ersteres durch 0 (Anfangspunkt), letzteres durch die Eintragung der ganzen Länge der anlaufenden Meßlinie vom Anfangspunkte derselben an zu bezeichnen (s. Tafel 4).

d) Die Zahlen der Messung werden entweder von oben nach unten oder von unten nach oben folgend angeschrieben, im letzteren in der Tafel 3 dargestellten Falle hat man das Gesicht beim Anschreiben der Zahlen, Ordinaten, Vermessungsgegenstände u. s. w. dem Endpunkte der betreffenden Meßlinie zuzuwenden.

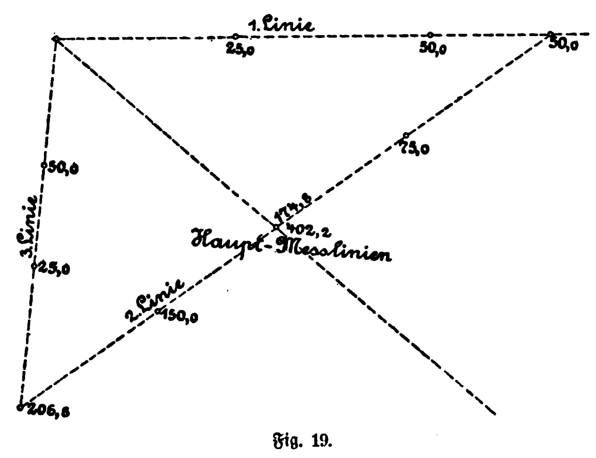


Fig. 19.

e) Dem Meßmanuale ist eine auf Millimeter-Papier orientirte Handzeichnung der sämmtlichen in den betr. Manualen notirten Meßlinien, und wenn die Messung sich an auf trigonometrischem Wege festgelegte Stationen anschließt, sind diese mit ihren Coordinaten vorzuheften. Die Linien und die Nummern derselben sind mit rother, die Stationspunkte der trigonometrischen Messung aber mit blauer Farbe einzutragen.

Was die Winkelmessung anbetrifft, so ist zur Horizontal- und Vertikalwinkelmessung für die Hauptpolygonpunkte der Repetitionstheodolit mit Nonien oder mikroskopischer Ablesung zu

verwenden. An der Hand des Netzhandrisses ist die Winkelmessung so durchzuführen, daß man auf einem trigonometrischen Punkte beginnt, hier den s. g. Anschlußwinkel mißt — den Winkel, welchen die Polygonseite mit einer der trigonometrischen Richtungen bildet —, sodann successiv die Messung auf allen Stationspunkten ausführt und auf einem trigonometrischen Punkte mit der Bestimmung des s. g. Abschlußwinkels endigt.

Da die größten Fehler bei der Winkelmessung in der excentrischen Aufstellung des Instruments und der Signale und in der nicht vertikalen Stellung der letzteren liegen, so ist bei genauen Aufnahmen — wie bei denen der Hauptmeßzüge — dem Centriren, Signalisiren und Pointiren ganz besondere Aufmerksamkeit zu widmen. Die Messung selbst ist nach den auf Seite 23, 24 angegebenen Vorschriften auszuführen, jedoch muß eine doppelte Winkelmessung in beiden Lagen des Fernrohrs für die Horizontalwinkel die Regel bilden. Bei Zusammenstellung derselben im Kreise ist eine Differenz von 30″ als zulässig anzusehen und gleichmäßig zu vertheilen.

Auf den Stationspunkten der Nebenzüge kann eine mehrmalige Winkelbeobachtung unterbleiben; es ist statt dessen die Messung des Ergänzungswinkels zu 360° zu bewerkstelligen. Als zulässige und zu vertheilende Differenz ist 1′ anzunehmen.

Die Ergebnisse der Winkelmessung mit sonstigen auf letztere bezüglichen Angaben sind in das auf Seite 25, 26 angeführte Winkelregister einzutragen.*)

*) Wird bei weniger genauen Aufnahmen der Nebenzüge die Boussole anstatt des Theodolits verwendet, so werden die magnetischen Azimute der Polygonseiten in sogenannten Springständen gemessen und ist dabei zu beachten, daß beim Gebrauch der Magnetnadel (Arretirung) mit Umsicht verfahren und am Nord- und Südende der Nadel abgelesen wird. Es ist weiter erwünscht, die Boussolenzüge von Punkten des polygonometrischen Netzes ausgehen, an solche wieder enden zu lassen und die Seiten auch möglichst gleich lang (100 m) zu nehmen. Zur Reducirung der magnetischen Azimute auf die geographischen ist es endlich noch nothwendig, sowohl auf dem Anfangs- als auch auf dem Endpunkte eines jeden Boussolenzuges das Boussolenazimut einer Seite des polygonometrischen Theodolitnetzes mit zu beobachten. Durch Vergleichung des letzteren mit dem bereits ermittelten geographischen Azimute ist diejenige Größe gewonnen, welche den Boussolenazimuten vor der Coordinatenberechnung resp. Kartirung zuzusetzen ist.

3. Ermittelung der Azimute, Coordinatenstücke, Coordinaten und Höhen der Polygonpunkte.

An die Längen- und Winkelmessung schließt sich die Prüfung und Berichtigung der Polygonwinkel (Brechungswinkel) und Ermittelung der Azimute für die Polygonseiten. Zu dem Zwecke ist zunächst das Azimut aus den bereits feststehenden Coordinaten der zu An- und Abschlußpunkten benutzten Dreieckspunkte nach dem auf Seite 27 angegebenen Verfahren zu bestimmen. Hierauf sind sämmtliche Polygonwinkel zum Ausgangsazimut zu addiren und von diesem Resultate soviel Mal zwei Rechte zu subtrahiren, als Polygonwinkel vorhanden sind ($A_n = A_1 + \Sigma P - n \cdot 180^0$ oder $\Sigma P = A_n - A_1 + n \cdot 180^0$). Als Rest soll das berechnete Abschlußazimut herauskommen. Ist bei n Winkeln, der An- und Abschlußwinkel mitgerechnet, keine größere Differenz als $1{,}5 \sqrt{n}$ Minuten vorhanden, so ist der Fehler gleichmäßig auf die einzelnen Polygonwinkel zu vertheilen und sind hiernach die Azimute der aufeinander folgenden Polygonseiten nach der Gleichung $A_f = A_v + P \mp 180^0$ zu berechnen (unter A_v der vorgehende, A_f der folgende Azimutalwinkel und unter P der Polygonwinkel verstanden).

Die hieran sich reihende Berechnung der Coordinatenstücke der Polygonpunkte erfolgt nach Maßgabe der Azimute und der durch das arithmetische Mittel der beiden Längenmessungen bestimmten Länge der Polygonseiten mit Hilfe der auf Seite 28 angeführten Gleichungen. Die algebraische Summe derselben soll übereinstimmen mit den Coordinaten-Unterschieden der An- und Abschlußdreieckspunkte. Der sich hierbei ergebende Gesammtfehler (der lineare Schlußfehler) $f = \sqrt{(\Delta x)^2 + (\Delta y)^2}$ darf nach Gauß

a) unter günstigen oder weniger ungünstigen Verhältnissen höchstens

$$0{,}01 \sqrt{4 (s) + 0{,}005 (s)^2}$$

b) unter mittleren Verhältnissen

$$0{,}01 \sqrt{6 (s) + 0{,}0075 (s)^2}$$

c) unter ungünstigen Verhältnissen

$$0{,}01 \sqrt{8 (s) + 0{,}01 (s)^2}$$

betragen unter (s) die Summe der Längen des Polygonzuges ver-

standen. In anderen Staaten nimmt man an, daß die Differenz keinenfalls über $0{,}04 \cdot \sqrt{\Sigma s}$ betragen soll. Größere Fehler sind durch örtliche Nachmessungen aufzuklären; zulässige Unterschiede in den Coordinatenstücken (s. Abschnitt E.) aber nach Verhältniß ihrer Längen (absoluten Werthe) oder auch proportional den Seitenlängen zu vertheilen.

Aus den berichtigten Coordinatenstücken werden endlich die rechtwinkligen Coordinaten der Polygonpunkte dadurch bestimmt, daß man ausgehend vom Netzpunkte zu den Coordinaten desselben die Coordinatenstücke des nächstfolgenden Punktes algebraisch addirt und so fortfährt bis zum Anschlußpunkte des Dreiecksnetzes. Für diesen müssen sich alsdann die bereits feststehenden Coordinaten ergeben.

Was die Berechnung der absoluten Höhen für die Polygonpunkte anbetrifft, so ist zunächst aus den gemessenen Höhenwinkeln und der bekannten, horizontalen Entfernung der Polygonpunkte der Höhenunterschied nach der Gleichung: $h_u = e \cdot tg \cdot \alpha$ zu berechnen,*) die algebraische Summe derselben mit der Höhendifferenz der zu An- und Abschlußpunkten benutzten und in ihren absoluten Höhen bereits feststeheuden Dreieckspunkte zu vergleichen und die zulässigen Differenzen (Abschnitt E.) nach Verhältniß der Längen auf die einzelnen Punkte zu berichtigen. Hiernach sind die korrigirten Höhenunterschiede successive zu der Anschlußhöhe algebraisch zu addiren, um die absoluten Höhen der einzelnen Punkte zu erhalten.

Bei diesen Berechnungen ist die Reihenfolge in der Weise festzuhalten, daß zunächst die Hauptpolygonzüge bezüglich ihrer Coordinaten und Höhen berechnet und als ein für sich bestehendes Ganze betrachtet werden, an welches die hierauf zu berechnenden Nebenzüge sich anschließen und nach welchem diese zu rektificiren sind. Die Rechnung bei letzteren ist ganz die nämliche, nur daß man hier eine größere Fehlergrenze, das Doppelte der Hauptmeßzüge, annehmen darf.

Sämmtliche Berechnungsresultate sind in einem zur Kartirung und Flächenberechnung auch mit zu verwendenden Verzeichnisse (Coordinatenverzeichniß) in der Reihenfolge ihrer Bedeutung für die Vermessung zusammenzustellen. Das Beispiel Seite 60 u. 61 mag das Verfahren noch ersichtlicher machen.

*) Eine Correction für Erdkrümmung und Refraction ist wegen der kurzen Entfernung nicht nothwendig.

Liegen zwischen den Dreieckspunkten der Netzlegung Hauptmeßzüge, welche eine gemeinschaftliche Strecke (I—K Figur 20) haben und mit gleicher Genauigkeit gemessen wurden, so darf der Meßzug von I nach III nicht für sich berechnet und ausgeglichen und darnach aus Azimut JK und den Coordinaten von K der Meßzug von K bis II ermittelt werden, denn ebenso gut und mit gleichem Rechte hätte man auch erst I bis II berechnen und für sich ausgleichen und alsdann von K nach III fortfahren können. In solchen Fällen verfährt man zweckmäßig auf folgende Weise: Man bestimmt von den drei festen Punkten ausgehend mit Hilfe der Anfangsazimute und der Polygon- (Brechungs-) Winkel das Azimut einer in K endigenden Seite etwa (KJ). Auf diese Weise erhält man so im Allgemeinen 3 verschiedene Werthe für dieses Azimut. Hiervon nimmt man als verbesserten Werth das einfache Mittel oder, falls ein oder der andere Zug aus irgend welchen Gründen (z. B. wegen geringer Länge, günstiger Terrainverhältnisse u. s. w.) sicherer erscheint, als die anderen, ändert man das Mittel nach Gutdünken im Sinne der Annäherung an das aus dem günstigeren Zuge bestimmte Azimut.

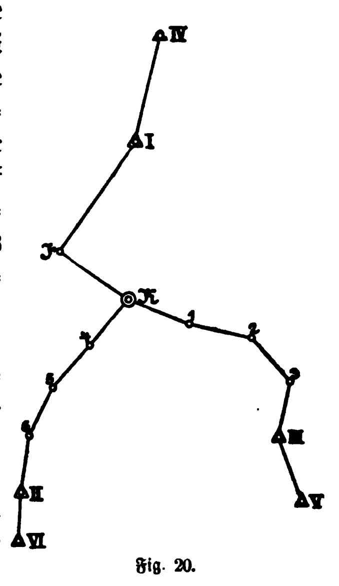


Fig. 20.

Die Abweichung der einzelnen für das Azimut (KJ) ermittelten Werthe von dem so gefundenen verbesserten Werthe werden dann wie auf Seite 57 angegeben, in jedem der drei Züge berichtigt. —

Ebenso berechnet man nun von den drei festen Punkten I, II, III aus die Coordinaten von K, bestimmt wie bei den Azimuten aus den drei erhaltenen Werthen die endgiltigen Coordinaten und berichtigt dann rückwärts, wie auf Seite 57, 58 angeführt, die einzelnen Züge.

Des Meßzuges Nummer	Der Stationen (Polygonenpunkte) Nummer	Der Meßlinien Nummer	Der Meßlinien Länge m	Gemessener Winkel (Brechungs- Polygonwinkel) °	'	"	Verbesserter Winkel (Brechungswinkel) °	'	"	Azimutal-Winkel °	'	"	Berechnete Coordinatenstücke Ordinatenstücke +	Ordinatenstücke −	Abscissenstücke +	Abscissenstücke −	Ber. Coordinaten- Abscissenstücke +	Abscissenstücke −
	Hauptmessung im Kammerthal (Grenzzug) von Uslar nach Cammerborn.																	
										196	5	45						
I	91	240	124,92	203	15	38	203	15	27	219	21	12		79,21		96,59		96,52
	92	242	166,75	157	17	52	157	17	41	196	38	53		47,79		159,76		159,65
	93	243	181,85	188	12	38	188	12	27	204	51	20		76,46		164,99		164,87
	94	244	285,65	194	32	34	194	32	24	219	23	44		181,32		220,68		220,52
	95	245	352,34	174	33	34	174	33	24	213	57	8		196,85		292,22		292,02
	96	246	265,55	197	20	5	197	19	54	231	17	2		207,24		166,03		165,92
	97	248	380,83	221	41	42	221	41	32	272	58	34		380,31	19,91		19,93	
	98	249	205,17	188	19	8	188	18	57	281	17	31		201,64	40,26		40,29	
	99	250	200,43	180	34	8	180	33	58	281	51	29		196,24	41,25		41,28	
	100	251	205,68	185	4	38	185	4	27	286	55	56		196,74	59,95		59,99	
	101	252	238,68	182	28		182	27	50	289	23	46		225,12	79,30		79,35	
	Cammerborn	253	203,74	77	28	38	77	28	27	186	52	13		24,38		202,27		202,14
	Schönhagen	Abschluß- winkel		355	3	8	355	2	57	1	55	10						
	Ist		2811,59	2505	51	43	2505	49	25	1	57	28		2013,30	240,67	1302,54	240,84	1301,64
	Soll {196° 5' 45" + 2505° 51' 43" — 2700°						2505	49	25	1	55	10		2013,12	240,84	1301,64		
				Differenz							2	18		0,18	1,07			
				Zu vertheilen pro Winkel					10,6									

Verbesserte Ordinaten-stücke +	Verbesserte Ordinaten-stücke −	Coordinaten: der Punkte	Coordinaten: Abscissen (m)	Coordinaten: Ordinaten (m)	Gemessener Elevations-winkel °	'	"	Gemessener Depressions-winkel °	'	"	Berechnete Höhen-stücke +	Berechnete Höhen-stücke −	Verbesserte Höhen-stücke +	Verbesserte Höhen-stücke −	Absolute Höhe des Punktes	Absolute Höhe über Normal-Null	Eine 50 m Curve schneidet hiernach die Linie	bei
		Uslar	**249,99**	**15737,86**												**330,84**		
	79,20		153,47	15658,66	4	56					10,78		10,66		91	341,50		
	47,78		− 6,18	15610,88	9	16					27,20		27,05		92	368,55	242	52,00
	76,44		171,05	15534,43	8	4					25,77		25,60		93	394,15		
	181,30		391,57	15353,13	4	23					21,94		21,69		94	415,84	244	77,00
	196,83		683,59	15156,30	4	20					26,69		26,37		95	442,21		
	207,22		849,51	14949,08	6	21					29,55		29,30		96	471,51	246	71,0
	380,28		829,58	14568,80	2	44					18,18		17,82		97	489,33		
	201,62		789,29	14367,18	1	12					4,30		4,12		98	493,45		
	196,22		748,01	14170,96					9			0,52		0,70	99	492,75		
	196,73		688,02	13974,23					35	30		2,12		2,32	100	490,43		
	225,11		608,67	13749,12				2	10			9,03		9,26	101	480,17		
	24,38		**−810,81**	**13724,74**	2	41					9,54		9,29			**490,46**		
	2013,12										173,95	11,67	171,90	12,28				
											Diff. 2,66							

B. Die Kartirung.

An die Horizontal- und Vertikalaufnahme, resp. an die Coordinatenberechnung des Vermessungsnetzes und des Details schließt sich die Kartirung desselben mit der Konstruktion der äquidistanten Schichtenlinien für hügelige und bergige Waldflächen. In dieser Hinsicht ist zunächst im Allgemeinen Folgendes zu beachten:

Da die geographische Eintheilung der Erdoberfläche zur Abtragung von Längenmaßen sich schlecht eignet, so ist es zweckmäßig, für die Forstkarten an Stelle des nach Graden und Minuten zählenden, aus konvergenten Bogenlinien zusammengesetzten Landeskartennetzes ein geradliniges, rechtwinkliges Maschennetz treten zu lassen, dessen äquidistante Liniatur parallel zu einem astronomisch fixirten Nullpunktsmeridian und seinem Perpendikel bleibt (Coordinatennetz). Der Nullpunktsmeridian, den man entweder durch einen zum Anschluß benutzten Landesdreieckspunkt oder durch einen festgelegten Dreieckspunkt legt, heißt die Abscissenaxe und seine Parallelen, Abscissenlinien (Meridiane). Die durch den Nullpunkt gehende Senkrechte heißt Ordinatenaxe und ihre Parallelen Ordinatenlinien. Die Konstruktion dieses Coordinatennetzes ist auf gut ausgetrocknetem Großadlerpapier (Whatmann) mit der größten Sorgfalt auszuführen. Aus der größten Abscisse und Ordinate bestimmt man zunächst die Höhe und Breite des Papiers, nimmt auch wohl eine Blatteintheilung bei umfangreicheren Waldgebieten in der Weise vor, daß man jedes Blatt (Section) mit ganzen Flächen (Jagen) oder mit einer durch Wege, Bäche u. s. w. gebildeten natürlichen Grenze abschließt. Die Größe der Original-Kartenblätter sollte 1 m in der Breite und $^2/_3$ m in der Höhe nicht überschreiten.*)

*) Auf dem unteren Rande des Papieres (Fig. 21) zieht man eine gerade Linie ab aus, und trägt von deren Mitte gleiche Stücke nach rechts und links ab. Ueber dieser Linie konstruirt man ein gleichschenkliges Dreieck in der Art, daß man die Bogen bei g schlägt und prüft, ob ag und bg genau gleich lang sind. Ist dieses der Fall, so giebt die Linie cg ein genaues Perpendikel auf ab. Hierauf errichtet man in b und a Perpendikel und trägt auf den drei Perpendikeln die Seiten des Quadratnetzes so oft ab, als es geht, alsdann müssen die Endpunkte m, n und o in einer geraden Linie liegen. Trägt man schließlich von c und 0 aus die Quadratseiten ab und verbindet man die betreffenden Punkte des Netzes mit einander, so erhält man das Quadratnetz (Coordinatennetz).

Auf diesem Netze, dessen Abscissenaxe nach oben (Norden) gerichtet und dessen Coordinaten am Rande des Kartenblattes verzeichnet sind, werden die Abscissen und Ordinaten der Meßpunkte (Dreiecks-Polygonpunkte) in den betreffenden Quadratseiten abgetragen und durch den Schnittpunkt der beiden am Lineale entlang zu ziehenden Ordinaten und Abscissenlinien die Lage des Punktes bestimmt. Durch Vergleichung der Länge zwischen den aufgetragenen Meßpunkten mit der im Terrain bestimmten, im Coordinatenverzeichnisse eingetragenen

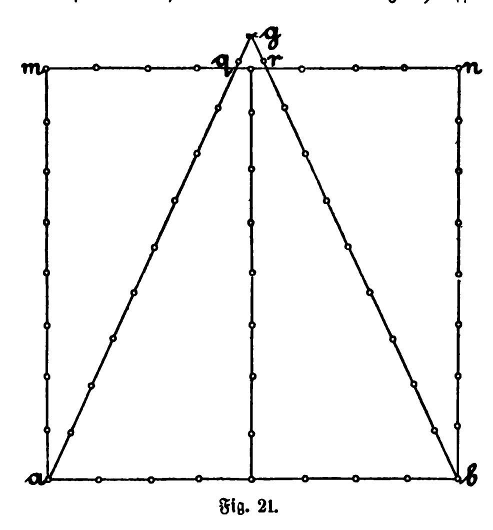


Fig. 21.

horizontalen Entfernung ist die Controle für die Kartirung gegeben (Figur 22).

Ist die Coordinatenberechnung von weniger wichtigen Nebenzügen unterblieben, so begnügt man sich damit, ihre Lage mit Hilfe von Transporteur und Dreiecken nach ihren Azimutalwinkeln und Entfernungen zu bestimmen.

Das Auftragen des mit Hilfe direkt gemessener Ordinaten (rechtwinkliger Ueberschläge oder Schnitte) bestimmten Details — Grenzpunkte u. s. w. — erfolgt nach den Angaben des Vermessungsmanuales entweder mittelst genauer rechtwinkliger Dreiecke oder bei zahlreichen Vermessungsobjekten mit Hilfe von Coordinatographen.

Ist für das hügelige und bergige Waldterrain die Bodenconfiguration auf der Zeichnung mit darzustellen, so erfolgt dieses am passendsten durch äquidistante Schichtenlinien. Zu dem Zwecke wird die Bestimmung der sog. Schichten-Durchschnitts- oder -Durchgangspunkte erforderlich, d. h. derjenigen Punkte auf sämmtlichen aufgetragenen Meßlinien, welche eine bestimmte gleiche, den Schichtenlinien entsprechende Höhenlage anzeigen. Diese Feststellung der Schichtenlinien-Durchschnittspunkte ist abhängig von dem nach dem Terrain zu wählenden Vertikalabstand der Schichtenlinien, ferner von den absoluten Höhen und der horizontalen Entfernung der Meßpunkte. Sie werden am genauesten durch Proportionsrechnung ermittelt, indeß ist für die forstlichen Zwecke auch die Anwendung von Profilen, Diagrammen zuläßig. (Siehe II).

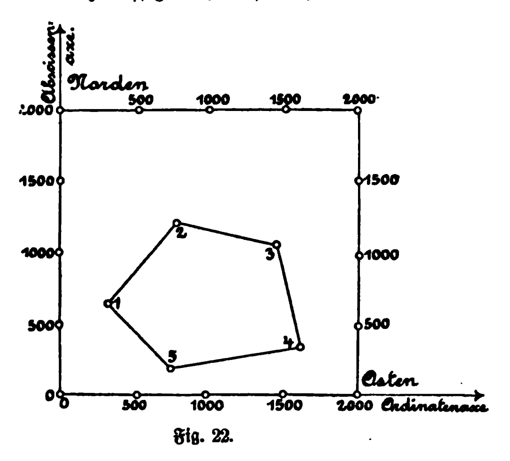


Fig. 22.

An die Berechnung und das Auftragen der Curven-Durchgangspunkte reiht sich zum Schluß die Verbindung der in gleicher Höhe liegenden Schichtenlinien-Durchschnittspunkte mit einander aus freier Hand; eine Arbeit, welche eine genaue Kenntniß der Terrainformen voraussetzt, da nur mit Hilfe dieser die Möglichkeit vorhanden ist, die Form des Verlaufs der Curve von einem Durchschnittspunkte zum andern getreu darzustellen. Die im Meßmanuale über die Bodenconfiguration verzeichneten Notizen und Croquis sind hierbei zu verwenden, jedoch ist eine besondere Begehung und Besichtigung des

Terrains außerdem noch, namentlich bei schwierigen Terrainverhältnissen, empfehlenswerth. (Siehe II Ergänzungsmessungen).

Die Dreieckspunkte der betr. Landesvermessung, die Dreiecks- und Polygonpunkte der Waldvermessung, sowie alle übrigen Messungspunkte und Vermessungsgegenstände sind nach Maßgabe der vorgeschriebenen Signaturen und Kartirungsvorschriften zu bezeichnen und auszuziehen.*)

*) Die formellen Vorschriften für Anfertigung der Specialkarten sind in den meisten Staaten durch besondere Instructionen bestimmt; es ist in dieser Beziehung Folgendes zu beachten:

a) Die Linien des Quadratnetzes sind mit rothem Carmin fein auszuziehen und die Abstände der Quadratseiten vom Nullpunkte am Umfange in rothen Zahlen anzugeben. — Die Meßpunkte und Meßlinien erhalten die auf Tafel 1 angegebenen Signaturen. Die Länge der Meßlinien, sowie der direct gemessenen Ordinaten und Abscissen werden nicht mit angeführt. Für die Grenzmale gelten die auf Tafel 2 angegebenen Zeichen. Die Grenzlinien der Eigenthumsgrenzen, sowie die der Wirthschaftsfiguren, Abtheilungen, Verkehrswege sind in „schwarz" scharf auszuziehen, wobei aber darauf zu achten ist, daß die Zirkelstiche der Grenzmale nicht mit Farbe bedeckt werden. Wasserläufe sind „blau", Höhenschichtenlinien „braun" auszuziehen. Die von den Waldgrenzen abgehenden Grenzlinien zwischen fremden Grundstücken werden „schwarz" punktirt.

b) Sämmtliche Eigenthumsgrenzen sind nach Außen mit einem 5 mm breiten doppelten Farbenstreifen einzufassen, dessen dunklere Schattirung 2 mm breit sein, sich an die schwarz ausgezogenen Grenzlinien anschließen, diese aber noch deutlich erkennen lassen muß. Für die Einfassung der Eigenthumsgrenzen ist längs fiscalischer Grundstücke (Wald-Dienstgrundstücke) „grün", längs der Domainengrundstücke und sonstigen Staatsbesitzes „gelb", längs der Interessenten-Forsten, an denen der Fiscus ein Miteigenthum hat „blau", längs der Interessenten-Forsten, an denen ein solches nicht stattfindet „orange", längs der Kronfideicommiß-, Stifts-, Pfarr- und communalständischen Forsten „grau", längs der Forsten der Klosterkammer zu Hannover „violett", längs aller übrigen Privat-Forsten „braun" und längs aller übrigen Grundstücke „roth" mit Vollstreifen anzulegen, wenn die Grenzen unstreitig, und wenn streitig, so unterbleibt die farbige Bandirung bis zur Erledigung und die Grenze wird durch + + + bezeichnet. Bilden Gräben, Bäche, Flüsse, Wege die Grenze und ist letztere durch farbige Bandirung nicht genau zu bezeichnen, so ist der Lauf der Grenze durch Schrift anzugeben, z. B. mittlerer oder östlicher Rand ist Grenze.

c) Die zum Forstareale gehörigen Aecker, Gärten, Wiesen, Moore u. s. w. werden schraffirt und kolorirt, Gärten „meergrün" angelegt und schraffirt,

C. Die Flächenberechnung.

Neben der Sicherstellung der Grenzen und des Waldgrundeigenthums bildet die genaue Flächenberechnung die zweite Hauptaufgabe der Waldvermessung. Bei ihr muß auch wie bei der Netzlegung der geodätische Grundsatz befolgt werden, vom Großen ins Kleine zu arbeiten. Aus den Coordinaten der Umfangspunkte und den directen Zahlen ist zunächst der Inhalt des ganzen Waldobjects zu berechnen

---

Aecker horizontal schraffirt und „gelb" angelegt, Wiesen „gelbgrün" und mit Graszeichnung, Moor „carminroth" angelegt und Wasserschraffur. Seen und Flüsse erhalten eine doppelte bandförmige Einfassung von „blauer" Farbe auf der Wasserfläche. Nehmen diese Flächen einen erheblichen Raum ein, dann ist nicht die ganze Fläche zu koloriren, sondern die innere Umfangsgrenze derselben mit einem 5 mm breiten Streifen der betreffenden Farbe einzufassen. Jede Kolorirung, zu welcher Anilinfarben nicht zu verwenden sind, ist so hell zu halten, daß sich die Farbe von der weißen Papierfläche genügend abhebt, aber die Zeichnung selbst nirgends undeutlich macht. Die Anwendung von Schattenstreifen ist ausgeschlossen. Derartige fremde Flächen werden nicht kolorirt und schraffirt.

d) Die nach ihrer wirklichen Breite aufgemessenen und aufgetragenen allgemeinen Verkehrsadern — Eisenbahnen, Provinzial-, Kreischausseen — werden „hellbraun" angelegt, wenn sie zum Forstareale gehören, sonst „roth" kolorirt. Bleibende Waldwege und Triften und fahrbare Jagen- und Distriktsgrenzen werden mit „hellbrauner" Farbe bezeichnet. Nicht fahrbare Gestelle bleiben weiß; bleibende Fußwege werden gestrichelt. Bei allen die Waldgrenze schneidenden Wegen ist anzugeben, woher sie kommen und wohin sie führen. Dasselbe gilt für Wege, welche die Grenzen einer Kartensection schneiden. Sämmtliche Wege sind über die Grenze hinaus entsprechend zu verlängern; dasselbe ist bei Gestellen an Kartensectionsgrenzen zu beachten.

e) Die Grenzen der Abtheilungen sind durch einfache schwarze Linien, die Grenzen der Jagen durch einfache Parallellinien || und die Grenzen der Distrikte durch Punkte (• • • • • • • oder • • • • • •) zu bezeichnen. Die Schlaglinien im Nieder-, Mittel- und Plänterwald werden „zinnoberroth" markirt. Wege, Flüsse, Gräben u. s. w. werden durchhakt (ʃ), wenn sie nicht zugleich Abtheilungsgrenzen bilden. Die Blockgrenzen sind schwarz durch abgebrochene Striche — — — — und die Landesgrenzen ebenfalls schwarz mit abgebrochenen Strichen und Punkten zu kennzeichnen — • — • — • .

f) Die Kartenschrift soll in der Regel horizontal, d. h. dem unteren Rande der Karte parallel stehen, doch kann dieselbe an Wegen, Gräben, Bächen, Flüssen und an den Grenzen dem Verlaufe derselben folgen. Der Name der Forstorte ist in stehender römischer Schrift darzustellen, während

und festzustellen; hieran reiht sich die Ermittelung des Flächeninhaltes der inneren Figuren — Wirthschaftsfiguren, Abtheilungen, — auf planimetrischem Wege, deren Totalsumme mit dem zuerst gewonnenen Gesammtinhalte verglichen wird; eine zulässige Differenz (siehe E.) ist proportional auf die einzelnen Flächenabschnitte zu vertheilen.

Zur Bestimmung des Flächeninhaltes des ganzen Waldkom-

---

für die Grenzen, Wege u. s. w. liegende Schrift zu wählen ist. Die Grenzen sind so zu beschreiben, daß bei Waldungen deren Eigenthümer, bei anderen Grundstücken Gemarkung und Culturart angegeben werden. Die Jagen- und Districtsnummern sind mit arabischen Ziffern, die Abtheilungsbuchstaben beim Holzboden klein lateinisch, beim Nichtholzboden klein deutsch zu schreiben. Die Literirung der Wirthschaftsfiguren bezw. der Abtheilungen innerhalb letzterer beginnt im Südosten und steigt, von Osten nach Westen laufend, nach Nordwesten voran.

Die Hauptgestelle, von Osten nach Westen laufend, werden durch große lateinische, die Feuergestelle, von Norden nach Süden führend, durch kleine lateinische Buchstaben in der Weise an den Endpunkten bezeichnet, daß die Reihenfolge der Buchstaben bei den Hauptgestellen von Süden nach Norden und bei den Feuergestellen von Osten nach Westen geht. Werden die Gestelle im Innern des Reviers durch größere fremde Grundstücke unterbrochen, so müssen sie auch hier an den Enden die ihnen zugehörigen Buchstaben erhalten, desgleichen am Rande einer Kartensection. Schneidet ein Gestell über eine Fläche, auf der es in der Wirklichkeit niemals sichtbar ist, z. B. über Dienstäcker, so wird es auf der Karte durch eine, der Mittellinie des Gestells entsprechende, punktirte Linie dargestellt, wenn diese Fläche nicht demjenigen Jagen oder Districte zugetheilt werden soll, in welchem sie zum größten Theile liegt. Die Grenzpunkte der Wirthschaftsfiguren werden durch kleine in schwarz ausgezogene Quadrate bezeichnet, wenn solche durch Steine gesichert sind.

g) Auf jedem Originalblatte ist ein mathematisch genauer Transversalmaßstab zu zeichnen. Ebenso darf der Titel nicht fehlen; derselbe soll enthalten: Die vollständige Benennung, das Jahr der Anfertigung, den Namen des Zeichners, die Nummer der Karten-Section und die Angabe der Quelle, auf welche die Construction der Karte sich gründet, nämlich ob und nach welcher Karte dieselbe copirt ist, ob und event. von wem dieselbe berichtigt worden ist, oder ob dieselbe auf einer Neumessung beruht. Im letzteren Falle muß im Titel der Name des Geometers, welcher dieselbe ausgeführt hat und die Zeit der Ausführung angegeben werden, z. B. Specialkarte von der Oberförsterei N., gezeichnet im Jahre 1888 durch den N. auf Grund der vom Geometer N. N. im Jahre 1888 ausgeführten Neumessung (siehe Tafel 5).

h) Die Vermessungs-Revisionslinien sind in die Brouillonkarte mit blauen punktirten Linien einzuzeichnen.

pleres aus den Coordinaten empfiehlt es sich, den Umfang in Abtheilungen von etwa 20—30 Punkten zu theilen, die Endpunkte dieser Züge mit einem passenden Centralpunkte der Karte zu verbinden, aus der Totalfläche also sectorenartige Stücke zu bilden und deren Berechnung nach den in der Anmerkung angegebenen Formeln und Regeln vorzunehmen und abzuschließen.*) Treten hierbei die Coordinaten in großen, für die Rechnung unbequemen Zahlen auf, so können die Ordinaten bezw. Abscissen ohne Einfluß auf das Rechnungsergebniß um ein und dieselbe Länge verkleinert werden.

Was die Ermittelung des Flächeninhalts der inneren Figuren im Speciellen anlangt, so können je nach den zur Verfügung stehenden Werkzeugen und nach der Form der Figuren folgende Methoden angewendet werden:

1) Das Zerlegen der zu berechnenden Figur in Dreiecke und Trapeze, deren Grundlinien und Höhen von der Karte abgegriffen werden, oder deren Inhalt direct mittelst der vom Catastercontroleur M. Kloth erfundenen transparenten Rechentafel ermittelt wird. (Figur 23).

---

*) Bezeichnen nun beispielsweise x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_{n-1} und x_n die Abscissen, y_1, y_2, y_3, y_4, y_5, y_{n-1} und y_n die Ordinaten der Endpunkte eines Polygones und I den Flächeninhalt, so gelten die L'Huilier'schen Flächenformeln zur Flächeninhaltsberechnung:

a) $\pm 2J = y_1(x_n - x_2) + y_2(x_1 - x_3) + y_3(x_2 - x_4) + y_4(x_3 - x_5) + y_5(x_4 - x_{n-1}) + y_{n-1}(x_5 - x_n) + y_n(x_{n-1} - x_1)$.

b) $\pm 2J = x_1(y_2 - y_n) + x_2(y_3 - y_1) + x_3(y_4 - y_2) + x_4(y_5 - y_3) + x_5(y_{n-1} - y_4) + x_{n-1}(y_n - y_5) + x_n(y_1 - y_{n-1})$.

Bei Anwendung der Formel (a) hat man jede Ordinate mit dem Unterschiede zwischen der ihr vorhergehenden und der ihr folgenden Abscisse, bei Benutzung der Formel (b) jede Abscisse mit dem Unterschiede der ihr folgenden und der ihr vorhergehenden Ordinate zu multipliciren. Vor Beginn der Multiplication ist die Differenzrechnung darauf zu prüfen, ob sich die positiven und negativen Summen gegenseitig aufheben. Das Multipliciren geschieht am einfachsten mit den Crelle'schen Tafeln oder der Thomas'schen Rechenmaschine oder mit Rechentafeln (Blater-Tafel der Viertelquadrate). Die Resultate der nach diesen beiden Formeln aufgeführten Rechnungen müssen selbstredend genau übereinstimmen. Beide Flächenberechnungs-Formeln gelten für jede Figur von der beliebigsten Form, nur dürfen keine Durchkreuzungen der Polygonseiten vorkommen.

2) Die Verwandelungsmethode. Sie besteht darin, daß durch successive Abschiebung der Winkel ein Vieleck in ein Viereck oder Dreieck mit gleichem Inhalte umgeformt und dann solches nach zwei Basislinien doppelt berechnet wird. (Figur 24).

3) Durch Anwendung von Planimetern und zwar für schmale krumme Figuren (Wege, Bäche u. s. w.) mit

a) dem Fadenplanimeter. (Oldendorp). Der Planimeter ist so auf die zu berechnende Figur zu legen, daß die Fäden zur größten Längenausdehnung der Figur annähernd senkrecht stehen. Hierauf greift man die mittleren Ordinaten mit dem Zirkel ab, addirt dieselben mit letzterem mechanisch und multiplicirt mit der konstanten Breite des Streifens.

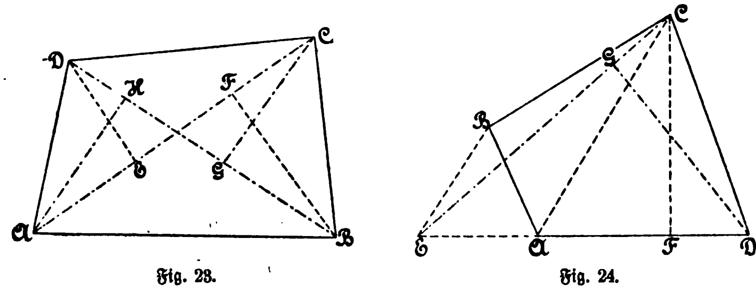


Fig. 23. Fig. 24.

b) Für größere Figuren mit dem Polarplanimeter von Amsler.*) Dasselbe giebt bei außenstehendem Pol den Flächen-

*) Beim Gebrauch ist folgendermaßen zu verfahren: Der Fahrarm ist zunächst in der Hülse so zu verschieben, daß die dem Maßstabe der zu berechnenden Fläche entsprechende Marke mit dem an der Hülse sich befindenden Index genau zusammenfällt. Hierauf legt man das Planimeter so auf die wagerechte, ganz glatt ausgebreitete und staubfreie Zeichnung, daß der Nadelpol außerhalb der Fläche steht und der Fahrstift an jeden Punkt der Figur gelangen kann. Jetzt drückt man den Nadelpol in das Papier, stellt den Fahrstift auf einen bemerkenswerthen Punkt des Umfangs ein und liest an der Scheibe und am Nonius den Stand der Laufrolle ab, beispielsweise 5378. Alsdann umfährt man die Figur mit dem Fahrstifte genau am Umfange (von links nach rechts) bis zum Anfangspunkte zurück und liest wiederum ab, beispielsweise 7654. Die Differenz der beiden Ablesungen — 2276 — ist der gesuchte Inhalt der umfahrenen Figur in der Einheit, auf welche der Fahrarm eingestellt wurde. Beträgt der Inhalt der umfahrenen Figur mehr als 50 Noniuseinheiten, so ist mindestens eine zweimalige, beträgt er zwischen 30—50

inhalt einer Figur, deren Umfang mit dem Fahrstifte umfahren wurde, unmittelbar als Produkt aus der Länge des feststehenden, den Fahrstift tragenden Armes (von der Mitte des Fahrstiftes bis zur Axe des beweglichen Armes gerechnet) und der Länge des Bogens, welcher sich beim Umfahren der Figur auf der Laufrolle abgewickelt hat, in Quadrateinheiten desjenigen Maßes an, in welchem die Länge des Fahrarmes gemessen worden ist. Bei Stellung des Poles innerhalb der zu umfahrenden Figur ist eine Constante zu addiren, welche durch Umfahren einer Figur von bekanntem Inhalte zu ermitteln ist. Da aber bei außenstehendem Pole die Genauigkeit am größten, so ist Innenstellung zu vermeiden, große Figuren sind in solche Theile zu zerlegen, welche sich bei außenstehendem Pole umfahren lassen.

Für den Maßstab der Karte von	beträgt der Flächeninhalt eines qmm der Karte	Bei der Einstellung auf						
		10 qmm	8 qmm	5 qmm	4 qmm	$2^1/_2$ qmm	2 qmm	des Fahrarmes
		beträgt der Werth der Noniuseinheit						
	qm	qm	qm	qm	qm	qm	qm	
1 : 4000	16,0	160	128	80	64	40	32	
1 : 5000	25,0	250	200	125	100	62,5	50	

Noniuseinheiten, so ist eine dreimalige und wenn er weniger als 30 Noniuseinheiten enthält, so ist mindestens eine viermalige Umfahrung bei unveränderter Stellung des Poles vorzunehmen und aus den Resultaten das Mittel zu nehmen.

Die mit dem Polarplanimeter zu erzielende Genauigkeit hängt wesentlich von der Sicherheit ab, mit welcher der Fahrstift sich auf dem Umfange der Figur fortbewegt, weil jede Abweichung von der Umfangslinie nach außen oder innen sich auf der Laufrolle abwickelt. Das Maß der Abweichung wird um so geringer werden, je kleiner der Umfang der Figur im Verhältnisse zur Fläche ist. Zur Berechnung langgestreckter Parzellen von geringer Breite, welche bei kleinem Flächeninhalte einen verhältnißmäßig großen Umfang haben, ist deshalb das Planimeter mit großer Vorsicht zu gebrauchen. Zur Erreichung guter Resultate ist es weiter erforderlich, den Anfangspunkt so zu wählen, — 15/18 cm Polweite vom Schwerpunkte der Figur — daß die Laufrolle zu Anfang und zu Ende des Umfahrens keine rotirende, sondern eine gleitende Bewegung macht, daß weiter möglichst rechtwinklige Stellung beider Arme vorhanden und der Winkel, welchen die beiden Arme beim Umfahren bilden, kein zu spitzer und zu stumpfer wird.

Von nicht zu unterschätzender Bedeutung für die Flächenberechnung, mag dieselbe mit dem Planimeter oder auf die auf Seite 68, 69 angegebene Weise ausgeführt werden, ist die Veränderlichkeit des Papiers unter dem Einflusse der meteorologischen Zustände. Je nach dem verschiedenen Wärme- und Feuchtigkeitsgehalte der Luft dehnt sich der ziemlich stark hygroskopische Papierkörper aus oder zieht sich zusammen. Zahlreiche Beobachtungen haben ergeben, daß tägliche Schwankungen von 0,5 bis 2% vorkommen können. Es sollte deshalb bei genaueren Messungen das Coordinatennetz auf den Kartenblättern niemals fehlen, damit man ein richtiges Control- und Compensationsmittel für die Flächenberechnung erhält. Ebenso ist auf eine sorgfältige Aufbewahrung der Kartenstücke in trockenen, selten gelüfteten Räumen ein großes Gewicht zu legen.

D. Tabellarische Darstellung der Vermessungen.

1. Die General-Vermessungs-Tabelle.

Nach Vollendung und Ausgleichung der Detailflächenberechnung wird die Generalvermessungstabelle angefertigt. Durch besondere Instruktionen sind in den meisten Staaten die hierbei zu berücksichtigenden Punkte vorgeschrieben. Für die Staatsforsten in Preußen ist das auf Seite 72 u. 73 angegebene Formular eingeführt, bei dessen Ausfüllung folgende Vorschriften zu beachten sind:

a) Die General-Vermessungs-Tabelle ist stets für einen auf dem Titelblatte anzugebenden Zeitpunkt aufzustellen. Der Name des Geometers ist auf demselben mitzuvermerken und auch die Grundlage der Flächenberechnung speciell mit anzugeben, z. B. aufgestellt von dem N. N. nach der Flächenberechnung aus den Coordinaten der Vermessung vom Jahre N. und der von N. gefertigten Originalkarte.

b) Die Flächenangaben müssen durchweg in ha mit drei Decimalstellen erfolgen. Der Eintrag geschieht nach der Nummerfolge der Wirthschaftsfiguren und in den letzteren nach der Folge der Abtheilungen, zuerst die Holzboden- und dann die Nichtholzbodenabtheilungen.

General-Vermes-

Nr. oder Section der Karte	Namen des Forstorts	Bezeichnung der Figur nach			Zur Holzzucht benutzte Flächen und bestimmte Blößen. Holzboden.		Nicht zur Holzzucht benutzt-																
							Nutzbar																
		Jagen, Distrikt	Schlag	Abtheilung			Gärten		Aecker		Wiesen		Weiden		Zur Torfnutzung bestimmte Flächen		Steinbrüche, Thon-, Lehm-, Mergel-, Sand- und Kies-Gruben						
					ha	dc	ha	dc	ha	dc	ha	dc	ha	dc	ha	dc	ha	dc					
I.	S.	1		a.	6	125																	
				b.	11	996																	
				a.					9	286													
				b.				415															
				c.																			
				d.																			
				e.				167															
				f.						808													
				g.								166											
		Summa			18	121		582	10	094		166											

c) Wo Flüsse, Kanäle, Gräben, Wege, Straßen u. s. w. die Grenzen zwischen zwei Wirthschaftsfiguren oder Abtheilungen bilden, ist die Grenzlinie in der Mitte dieser Flächenabschnitte anzunehmen, also die Hälfte hiervon der einen, die andere Hälfte der anderen Abtheilung anzurechnen. Besonders ist aber der Inhalt von diesen Flächen zu berechnen und in der betr. Rubrik der General-Vermessungstabelle nachzuweisen, wenn die Wege u. s. w. 8 m und darüber breit sind oder wenn sie Dienstländereien oder andere dauernd zur landwirthschaftlichen Benutzung verpachtete Flächen durchschneiden. Die Eintragung solcher, mit einem besonderen Abtheilungsbuchstaben nicht zu bezeichnenden Flächen geschieht im ersteren Falle immer auf der Linie derjenigen Abtheilung, welcher sie angehören, und nicht

sungs-Tabelle.

Flächen, Nichtholzboden.												Summa der ganzen Abtheilung		Gesammt-Flächen-inhalt des ganzen Jagens oder Distrikts		Bemerkungen
Nicht nutzbar										Summa des Nichtholzbodens						
Gebäude und Hofraum und Ablageplätze		Fenne und unnutzbare Brücher		Wasserstücke, Seen, Teiche, Flüsse, Kanäle Bäche Fließe		Wege, Alleen, Triften, Gräben		Steingerölle, Schutthaufen und sonstiges Unland								
ha	dc	ha	dc	ha	dc	ha	dc	ha	dc	ha	dc	ha	dc	ha	dc	
												6	125			
												11	996			
										9	286	9	286			
											415		415			
	161										161		161			
							014		062		076		076			
											167		167			
											808		808			
											166		166			
	161						014		062	11	079			29	200	

summarisch für die ganze Wirthschaftsfigur, damit aus der General-Vermessungstabelle der vollständige Inhalt einer jeden Abtheilung ersehen werden kann; nur im letzteren Falle — beim Durchschneiden landwirthschaftlich benutzter Flächen — werden diese Flächenabschnitte im ganzen Umfange berechnet und in den betreffenden Rubriken nachgewiesen.

d) Für jedes Jagen oder jeden District ist die Summe aller Spalten anzugeben; die Seiten werden nicht summirt. Am Schlusse der Tabelle folgt eine Zusammenstellung aller Jagen und Districte, durch deren Aufrechnung sich die Flächensumme des ganzen Waldkörpers ergiebt. Ebenso findet noch eine Zusammenstellung der Jagen und Districte nach Blöcken und eine dritte nach Schutzbezirken statt, damit auch deren Größe ersichtlich wird.

Das vom Geometer zu liefernde Original der Vermessungstabelle wird beim Ministerium aufbewahrt; die Regierung und die Oberförstereien erhalten Abschrift.

2. Das Grenzvermessungs-Register.

Jede Karte verliert in Folge der Hygroskopicität des Papiers an Zuverlässigkeit. Zur Sicherung der Waldgrenzen ist deshalb die Aufstellung eines schriftlichen Verzeichnisses von den Grenzen (Eigenthums-Berechtigungsgrenzen) nach den Vermessungs-Elementen von außerordentlicher Wichtigkeit. Auf die Weise wird es möglich, die Grenzen jederzeit ohne Karte richtig und zweifellos wieder auffinden und die unversehrte Erhaltung derselben kontroliren zu können.

In den meisten Staaten sind für die Aufstellung dieser Grenzverzeichnisse besondere Vorschriften giltig. In Preußen ist das unten angegebene Formular vorgeschrieben und bei der Aufstellung Folgendes zu berücksichtigen:

a) In das Grenzregister sind alle Grenzen einzutragen, welche das forstfiskalische Besitzthum von fremden Privatgrundstücken und

Grenzvermes-

Karten-Sektion	Benennung des Forstortes	Jagen oder Distrikt	Das Grenzmal ist ein Stein, Hügel oder Pfahl	Grenzzeichen	Grenze des Forstes: Länge der Grenzlinien		Winkel der Grenzlinien		Azimutal-Winkel		Bemerkungen
		Nr.			m	dc	°	'	°	'	
I	N	1	Hügel	1							
			"	2	116	70	135	—	246	15	
			"	3	130	60	201	15	267	30	
			Stein	4	104	10	134	55	222	25	

von anderen als von der Forstverwaltung ressortirenden Staatsgrundstücken scheiden. Grenzen mit Königlichen Domainen werden darin also auch aufgenommen, wogegen die Grenzen mit anderen Staatswaldungen, Forstdienstländereien und Pachtländereien fortbleiben.

b) Jeder Waldkörper resp. jede einzelne Enklave innerhalb desselben bildet einen besonderen Grenzzug und jeder Grenzzug erhält eine besondere Nummerfolge. Zuerst ist der Grenzzug um den Hauptwaldkörper einzutragen, dann die darin liegenden Enklaven, hierauf die einzelnen Parzellen in der Richtung von Südost nach Nordwest. Die Grenzzüge und die einzelnen Gemarkungen werden im Text des Grenzregisters auf besonderer Linie als Ueberschrift kenntlich gemacht.

c) Unter „Winkel der Grenzlinie“ ist der Winkel verstanden, dessen Oeffnung gegen die Forstfläche gekehrt ist, gleichviel, ob er convex oder concav ist; er kommt auf diejenige Zeile zu stehen, auf welcher das Grenzmal sich befindet, welches auf dem Scheitel des Winkels liegt. Der Winkel auf der Zeile des Grenzzeichens 4 ist also der Winkel, dessen einer Schenkel die Grenzlinie von 3 nach 4 bildet.

fungs-Register.

Nummer der Grenzpunkte	Beschreibung der Grenze	Innere Grenzwinkel		Horizontale Länge der Grenzlinien		Koordinaten auf dem Meridian von					
						Ordinate			Abscisse		
		°	'	m	dc	±			±		

d) Jede Zahl in Spalte 6 soll die Entfernung vom nächst vorhergehenden Grenzpunkte bezeichnen z. B. 130,60 in Spalte 6 auf Zeile 3 ist die Länge von 2 nach 3.

„Azimutalwinkel" ist derjenige Winkel, welcher seinen Scheitel auf dem vorhergehenden Grenzpunkte hat und durch Drehung der Nordrichtung des magnetischen oder geographischen Meridians nach rechts (Osten) bis zum Zusammenfallen mit der Grenzlinie entsteht, z. B. der auf der Zeile des Grenzzeichens 3 stehende Azimutalwinkel ist der östlich liegende Winkel der Seite 2—3. Ist mit der Bussole gemessen, so erhält man unmittelbar die Azimutalwinkel und berechnet daraus die Grenzwinkel $P_n = A_n + 180^0 - A_{n-1}$. Ist das Resultat negativ, so addirt man 360^0; ist es größer als 360^0, so subtrahirt man 360^0.

Bei Theodolitmessungen werden aus den gemessenen Polygonwinkeln (Brechungswinkeln) und dem Azimute einer Grenzlinie die Azimutalwinkel berechnet. ($A_n = A_{n-1} + P_n \pm 180^0$.)

Zur Controle der richtigen Berechnung addirt man alle Grenzwinkel in Spalte 6b auf jeder Seite und für den ganzen Grenzzug. Ist die Zahl der Reihen n, so muß die Summe der Winkel = n 180 minus erstem und plus letztem Azimutalwinkel sein. Ist die Figur geschlossen, so muß die Summe der Winkel (2 n — 4) 90^0 ergeben. Für die zur Verdeutlichung krummliniger Grenzläufe im Grenzregister anzubringenden Handzeichnungen ist der Raum in der Rubrik Bemerkungen zu benutzen, daselbst ist auch zu vermerken die Stelle und Länge, bei welcher Wege, Gestelle, Gräben u. s. w. die Grenzlinien treffen oder schneiden.

e) Zu Anfang des Grenzregisters muß ein Inhaltsverzeichniß sämmtlicher Grenzzüge aufgestellt und neben jedem die Seite des Grenzregisters angegeben werden. Es ist in zwei Exemplaren aufzustellen, welche vom Vermessungsrevisor zu revidiren und mit dem Revisionsvermerk zu versehen sind. Nach erfolgter gerichtlicher Anerkennung wird das Unikat im landwirthschaftlichen Ministerium, das Duplikat bei der Regierung aufbewahrt. Abschrift erhält die Oberförsterei und schutzbezirksweise Auszüge der Forstschutzbeamte.*)

---

*) Das Grenzvermessungswerk (Grenzregister, Grenzkarte) kann nur durch

einen gerichtlichen Akt urkundliche Kraft erhalten. Es ist deshalb durch Ministerial-Reskript vom 9. Dezember 1863 noch Folgendes angeordnet:

Behufs Anerkennung des Grenzvermessungswerkes (Grenzregister, Grenzkarte oder die als solche dienende Specialforstkarte) hat der hierzu beauftragte Beamte resp. Geometer mit den Grenznachbarn oder deren Bevollmächtigten und den Forstbeamten (Revierverwalter und Forstschutzbeamten) die Grenzen des vermessenen Waldes zu begehen, dieselben mindestens 8 Tage vor Anberaumung des Grenzbegehungstermines vorzuladen und mit ihnen außergerichtliche Grenzanerkennungs-Protokolle aufzunehmen, welche später gerichtlich verlautbaret werden und dadurch urkundliche Kraft erhalten. Das beigefügte Formular zur Vorladung und zur Grenzanerkennung giebt im Allgemeinen darüber Auskunft, wie bei diesem Geschäfte zu verfahren ist; im Speciellen ist noch Folgendes zu beachten:

a) Der Geometer thut wohl, schon während der Vermessung jede Gelegenheit zu benutzen, um die Namen und Wohnorte der Grenznachbaren zu erfahren und diese Namen in ein vorläufiges Verzeichniß nach den Nummern der Grenzjagen oder Districte geordnet einzutragen. Dieses Namensverzeichniß ist mit dem vom Grundsteuer-Fortschreibungsbureau bezogenen Verzeichnisse zu vergleichen und auszugsweise an die Ortsvorstände mit der Aufforderung, dasselbe zu vervollständigen oder zu berichtigen, zu senden. Nöthigenfalls können auch die betreffenden Gerichtsbehörden ersucht werden, die erwähnten Verzeichnisse nach den Hypothekenbüchern zu prüfen und berichtigen zu lassen; es wird dieses namentlich nothwendig werden, wenn Vormundschaften hierbei zu berücksichtigen sind.

b) Der Geometer hat bei der von ihm zu protokollirenden außergerichtlichen Verhandlung zu beachten, daß er diejenigen Grenzdokumente und Karten genau bezeichnet, auf welche sich die Anerkennung bezieht, daß weiter die Angrenzer legitimirt sind, die Handzeichen der Analphabeten gehörig beglaubigt werden und im Uebrigen das Protokoll die Requisite erfüllt, welche der § 129 Tit. I Theil I der Allgemeinen Gerichtsordnung an ein documentum publicum extra judicatum stellt. Vor allem ist in dem Protokolle die Erklärung der Adjacenten aufzunehmen, daß sie sowohl die eben bezogene Grenze, sowie die Kartirung und Registrirung derselben als richtig anerkennen und daß sie bereit sind, dieses Anerkenntniß vor Gericht zu wiederholen, ohne eine nochmalige örtliche Begehung der Grenze zu verlangen.

c) Die Protokolle sind von den Angrenzern, dem Revierverwalter und Forstschutzbeamten und Geometer zu unterschreiben. Weigert sich ein Grenznachbar, den status quo, den er an sich nicht bestreitet, gerade in gerichtlicher Form anzuerkennen, so kann er dazu im Wege des Processes auf Grund des § 388 Tit. XVII Theil I Allg. G. R. angehalten werden. Ein gleiches Verfahren ist zu beachten, wenn der Adjacent überhaupt zu keiner Erklärung zu bringen ist.

d) Diese außergerichtlich aufgenommenen und nummerirten Verhand-

lungen (Grenzreceß) werden sammt den dazu gehörigen Karten und Vermessungsschriften mit dem Antrage auf gerichtliche, auf Kosten des Antragstellers vorzunehmende Verlautbarung dem Amtsgerichte durch die Regierung eingereicht. In dem von Seiten des Richters anberaumten Termine wird zunächst den Adjacenten der Grenzreceß vorgelesen, unter Benutzung der Karten und Register erläutert, sodann ein Protokoll aufgenommen, in welchem hervorgehoben wird, daß die Adjacenten den Inhalt und die Unterschriften anerkennen. Auf den Karten und Vermessungsschriften wird endlich ein gerichtlicher Vermerk, als zur Verhandlung gehörend, verzeichnet.

e) Bei allen Grenzveränderungen durch Kauf, Tausch, Verkauf, Abfindung, Regulirung 2c. sind die neugebildeten Grenzstrecken zu vermessen, zu kartiren und in den bezüglichen Urkunden als richtig anerkennen zu lassen.

Schema zu einer außergerichtlichen Grenz-Anerkennungs-Verhandlung.

Verhandelt den ten 189

Um die Anerkennung der Grenzen zwischen der Königlichen Oberförsterei N . . . . .
und der dem Theerschweler J . . . . zu M . . . . gehörigen Wiese am Jagen 1 genannter Oberförsterei, welche nach nebenstehender Copie von der Original-Specialkarte der Oberförsterei N . . . . de 18 . . bei der Brücke über das K . . . . fließ beginnt und über die Mittelpunkte der Hügel No. . . . . fortläuft bis 16 m westlich vom Hügel No. 25,

oder

welche an dem, nach der Himmelsgegend zu bezeichnenden Rande des Grabens, Fließes, Wegs von der Brücke ab entlang läuft bis zur Richtung der Hügel No. 25 auf 24 und dann den Hügeln weiter, und zwar von Mittelpunkt zu Mittelpunkt, folgt bis . . . .,

oder

welche am Pfahl No. 14 beginnt und nach Westen zu der Mitte (dem nördlichen Rande u. s. w.) des Baches folgt, dessen Krümmungen die der Zeichnung beigeschriebenen Abstände von der geraden (gebrochenen) Linie (a—b a—b—c u. s. w.) bestimmen;

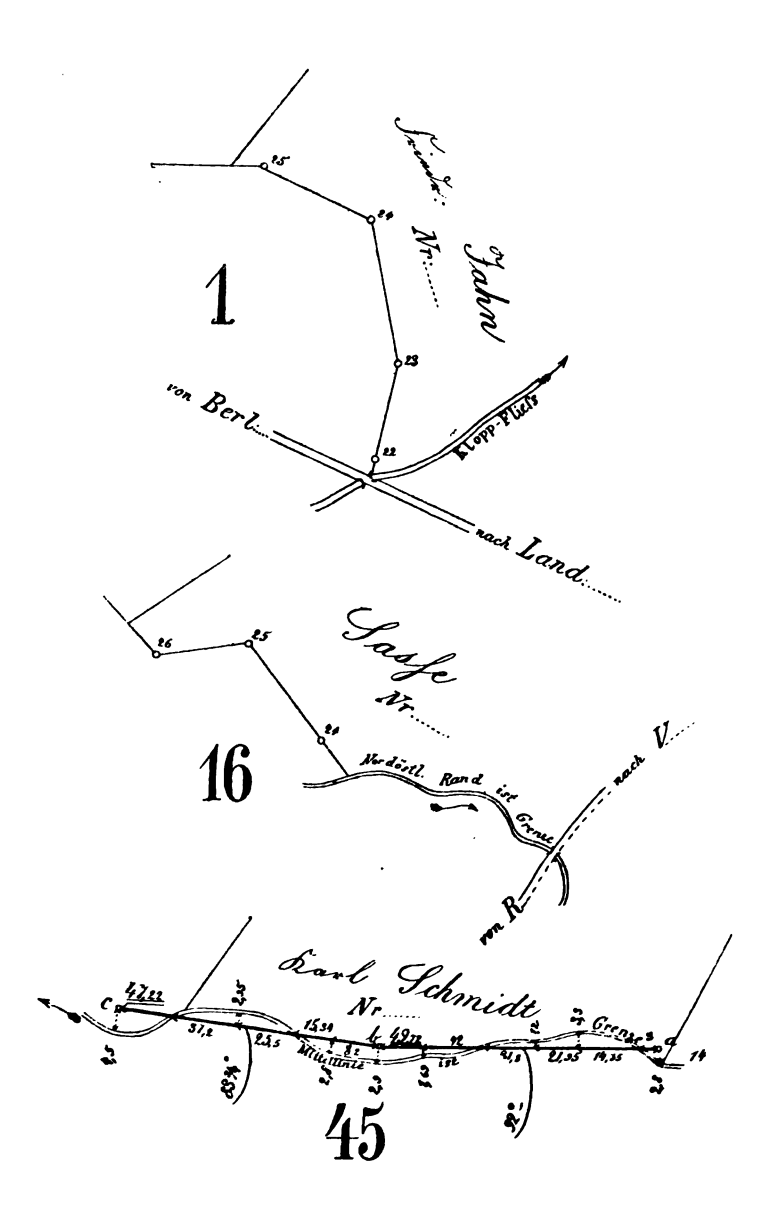
ferner

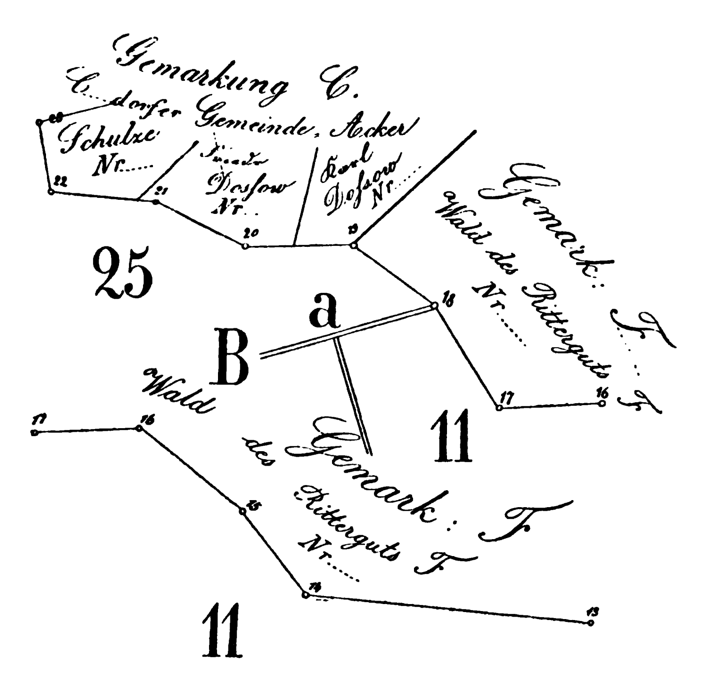
der Grenze des Ackers u. s. w. (wie vor, wenn nämlich der Theerschweler noch fernere Grundstücke hat, die mit der Königlichen Forst grenzen und an demselben Terminstage begangen werden)

oder

und den Grundstücken folgender Angrenzer:

1. des Häusler V . . . .
2.


1
Jahn
Nr. ......
von Berl......
Klopp-Fliess
nach Land......
16
Sasse
Nr. ......
Nordöstl. Rand ist Grenze
nach V......
von R......
45
Karl Schmidt
Nr. ......
Grenze
Mittellinie



3. u. s. w. (wenn die fremden Grundstücke in geringen Breiten an die Forst anstoßen und mit einander wechseln, so daß nach dem Ermessen des Geometers zweckmäßig mit mehreren Besitzern gleichzeitig zu verhandeln ist, ohne daß jedoch unterlassen werden darf, die Grenzscheide eines jeden einzelnen Grundstücks auf der Karte, resp. der Zeichnung des Grenzzugs anzugeben,

u. s. w.

herbeizuführen, erschienen auf ergangene schriftliche Vorladung der (die) Eigenthümer der Wiese u. s. w. (der mit angeheftetem Auftrage versehene Vertreter)

u. s. w.

von Person bekannt (durch X recognoscirt)

u. s. w.

Außerdem hatten sich eingefunden:

der Revierverwalter, Königlicher Oberförster T

und

der Belaufs-Forstbeamte, Königlicher Förster B.

Auf Befragen erklärten zuvörderst der Angrenzer (sämmtliche oben genannten Angrenzer) sich aus der ihnen zugegangenen Vorladung vollständig über den Zweck ihres Erscheinens unterrichtet zu haben.

Nachdem von sämmtlichen Comparenten die Grenze örtlich begangen und

von keiner Seite gegen die Richtigkeit des Grenzlaufs Einwendung erhoben worden war, auch nach allseitigem Dafürhalten die Grenzmale hinreichend sich erwiesen hatten, um den Lauf der Grenze unzweifelhaft ersehen zu lassen und dauernd kenntlich zu erhalten (oder Angabe dessen, was eingewendet worden, für welchen Fall die Druckschrift zu durchstreichen und der Sachverhalt nebenstehend niederzuschreiben ist) bemerkte der unterzeichnete Geometer,

daß eben diese Grenzen es seien, welche er neu vermessen, auf Section . . . . der Original-Specialkarte der Oberförsterei N . . . . im Jahre 18 . . kartirt und sub . . . . . . des zugehörigen Grenzvermessungsregisters vom Jahre 18 . . nach Längen und Winkeln und sonstiger genauer Bezeichnung beschrieben habe.

Hierauf gaben der (die) Angrenzer folgende Erklärung ab:

Wir (Ich) haben keine Veranlassung, einen Zweifel darin zu setzen, daß die eben begangenen Grenzen richtig vermessen, kartirt und registrirt worden sind und erkennen daher hiermit an, daß die oben genannten Karten und das zugehörige Grenzvermessungsregister dieselben ihrer Lage nach richtig darstellen; wir sind (ich bin) ferner auch bereit, die Anerkennung der Richtigkeit dieser Vermessungsdokumente — der Karten und des Grenzvermessungsregisters von der Oberförsterei N . . . . vom Jahre 18 . . — vor Gericht zu wiederholen, ohne eine nochmalige örtliche Vorzeigung oder Begehung der Grenzen zu verlangen.

v. g. u.

Namensunterschriften des (der) Angrenzer.

(Die Unterkreuzung des Schreibens nicht fähiger Personen ist gehörig zu beglaubigen. Gleichnamige Personen haben ihre Vornamen zuzufügen.)

a. u. s.

Der Revierverwalter,	Der Geometer,	Der Belaufsforstbeamte,
Oberförster T.	S.	Förster B.

E. Prüfung und Kosten der Vermessungsarbeiten.

Nach den gesetzlichen Bestimmungen in fast allen deutschen Staaten kann Jeder, der bei der Richtigkeit der Vermessung ein Interesse hat, die Revision derselben verlangen. Die Prüfung erstreckt sich

1) auf die Beurtheilung der Kartirung,
2) auf die Nachmessung von Linien im Terrain und deren Vergleichung mit der Karte oder den aus den Coordinaten berechneten Längen,

3) auf die Nachrechnung eines Theiles der polygonometrischen Berechnungen (Coordinatenberechnung) und
4) auf die Revision der Flächenberechnungen.

Bei Beurtheilung des Auftragens ist zunächst an der Originalkarte die Qualität des Papieres, die Genauigkeit des Quadratnetzes, sowie die Richtigkeit des Maßstabes zu untersuchen. Sodann wird das Aufgetragene selbst an der Hand der Coordinaten-Verzeichnisse, Vermessungsmanuale und Grenzregister an verschiedenen Stellen mit Zirkel und Maßstab geprüft, auch wohl eine Länge aus den gegebenen Coordinaten zweier Punkte berechnet (Seite 27) und mit den Maßen der Karte verglichen.

Bei den auszuführenden Nachmessungen im Terrain besichtigt man im Walde selbst die Anlegung der Haupt- und Nebenmeßzüge und die getroffene Auswahl der Hauptvermessungsabschnitte, um zu erkennen, ob der Geometer auch mit Umsicht und Sachkenntniß zu Werke gegangen ist. Hierauf mißt man mit genau justirten Instrumenten die Linien und Winkel einiger, durch zweifelhafte Schlußstellen gehender Linienzüge nach, bestimmt von diesen aus die anliegenden Grenz- und andere feste Punkte und vergleicht die Ergebnisse mit den Vermessungsmanualen u. s. w. Daß vor allem auch an verschiedenen Stellen die Eigenthumsgrenzen nachgemessen und mit den Angaben im Grenzregister verglichen werden, ist selbstverständlich. Endlich steckt man auch wohl besondere Revisionslinien — Diagonale oder zu einem Dreiecke verbundene Meßlinien — ab, welche — wenn irgend möglich — von festen Umfangspunkten ausgehen, Hauptvermessungsabschnitte auf günstigem Terrain durchschneiden und an feste Punkte thunlichst wieder anschließen. Bei genauer Messung dieser Revisionslinien wird der Abstand eines jeden Durchschnittspunktes mit Wegen, Schneißen, Bächen u. s. w. vom Anfangspunkt notirt und werden ebenso die in der Nähe befindlichen, auf der Karte dargestellten festen Vermessungspunkte (Grenzmale u. s. w.) angemessen. Die mit blauer Farbe auf der Originalkarte auszuziehenden Revisionslinien werden sodann mit den Angaben der Karte prüfend verglichen. Selten werden beide Messungen vollkommen übereinstimmen. Ob die Abweichung zulässig, ist nach der Vermessungsart, nach dem Terrain, nach der absoluten Länge der Linien und auch darnach zu bemessen,

ob man wirklich gemessene Linien oder blos abgegriffene Diagonalen der Prüfung unterwirft. Nach dem Feldmesser-Reglement in Preußen wird die Messung als richtig angesehen, wenn die Differenz bei Längenmessungen im ebenen, wenig koupirten Terrain nicht größer als $^2/_{1000}$ und im bergigen, sehr unebenen Terrain nicht größer als $^3/_{1000}$ der wirklichen Länge gefunden wird. Bei Vergleichung nach der Karte abgegriffener Längen mit gemessenen Linien kann das Anderthalbfache zugelassen werden*).

Bei Höhenmessungen kann nach dem Feldmesserreglement in Preußen auf Längen bis zu 20 m der Unterschied im Ganzen 4 mm, auf Längen von 20—45 m im Ganzen 6 mm, auf Längen von 45—100 m 9 mm, von 100—250 m 14 mm, von 250—500 m 20 mm, von 500 m—1 km 28 mm, von 1—2 km 40 mm, von 2—3 km 49 mm, von 3—4 km 56 mm, von 4—5 km 63 mm, von 5—6 km 69 mm, von 6—7,5 km 77 mm betragen**).

Bei Prüfung der polygonometrischen Berechnungen (Coordinaten-

---

*) Bei der Katastervermessung sind bei Längenmessungen I im günstigen, II im mittleren und III im ungünstigen Terrain, auf

	10	25	50	75	100	150	200	250	300	350	400	500	609	1000 m
I.	0,06	0,10	0,14	0,18	0,21	0,27	0,32	0,36	0,41	0,45	0,49	0,57	0,65	0,95
II.	0,08	0,12	0,16	0,22	0,26	0,33	0,39	0,44	0,50	0,55	0,60	0,70	0,79	1,16
III.	0,09	0,14	0,18	0,26	0,30	0,38	0,45	0,51	0,57	0,63	0,69	0,81	0,92	1,34 m

gestattet. Bei Vergleichung nach der Karte abgegriffener Längen mit gemessenen das Anderthalbfache. — Der mittlere Fehler (m) ist bei Längenmessungen mit Meßlatten oder Stahlmeßband in der Ebene und im Hügellande $= 0{,}03 + 0{,}0002\ l$, wobei l die gemessene Länge bedeutet, hiernach erhält man für:

Gemessene Länge	10	50	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000 m
Mittlere Fehler	0,03	0,04	0,05	0,07	0,09	0,11	0,13	0,15	0,17	0,19	0,21	0,23 m.

Im steilen Gebirge dürfen die Fehler um das $1^1/_2$- bis 2fache erhöht werden.

**) In Elsaß-Lothringen sind nach der Feldmesserordnung vom 3. Juli 1886 zulässige Differenzen:

a. bei Längenmessungen über 30 m auf günstigem Terrain $0{,}12 + 0{,}0008\ l$, wenn l die gemessene Länge bedeutet, auf ungünstigem Terrain das $1^1/_2$fache.

b. bei Höhenmessungen

auf Längen bis	50	100	200	300	400	600	800	1000	2000	5000	20 000 m
Höhendifferenz	4	6	8	10	12	14	16	18	25	40	80 mm.

berechnungen) sollte der bei der Azimutalprobe sich ergebende Gesammtwinkelfehler eines Haupt-Polygonzuges für n Winkel 1,5 $\sqrt{n}$ Minuten nicht übersteigen und sollten die Widersprüche in den Coordinatenunterschieden bei Hauptmeßzügen nicht mehr als $^1/_8$ % und bei Nebenzügen nicht über $^1/_4$ % ihrer absoluten Summe betragen*).

Bei Prüfung der Flächenberechnung sind zunächst mehrere größere Flächenabschnitte nach den Coordinaten zu berechnen und mit den Angaben des Geometers zu vergleichen; außerdem ist eine mehr summarische Prüfung der Flächenberechnung mit einem guten Polarplanimeter sehr empfehlenswerth. Ob die Abweichungen annehmbar

---

*) Bei Winkelmessungen ist der mittlere Abschlußfehler (m) der Polygonzüge proportional der Quadratwurzel aus der Anzahl der Winkelpunkte. Nimmt man nach den Erfahrungen den mittleren Fehler einer Polygonwinkelmessung = 30″ alte Theilung, oder = 1 Minute neue Theilung, so erhält man

1) für sexagesimal oder alte Theilung einen mittleren Abschlußfehler:

Punkte	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Punkte
0	—	30″	42″	52″	1′ 00″	1′ 6″	1′ 14″	1′ 19″	1′ 25″	1′ 30″	0
10	1′ 35″	1′ 39″	1′ 44″	1′ 48″	1′ 52″	1′ 56″	2′ 00″	2′ 4″	2′ 7″	2′ 11″	10
20	2′ 14″	2′ 17″	2′ 21″	2′ 24″	2′ 27″	2′ 30″	2′ 33″	2′ 36″	2′ 39″	2′ 42″	20

2) für centesimal oder neue Theilung einen mittleren Abschlußfehler:

Punkte	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Punkte
0	—	1′ 00″	1′ 41″	1′ 73″	2′ 00″	2′ 24″	2′ 45″	2′ 65″	2′ 83″	3′ 00″	0
10	3′ 16″	3′ 32″	3′ 46″	3′ 61″	3′ 74″	3′ 87″	4′ 00″	4′ 12″	4′ 24″	4′ 36″	10
20	4′ 47″	4′ 58″	4′ 69″	4′ 80″	4′ 90″	5′ 00″	5′ 10″	5′ 20″	5′ 29″	5′ 39″	20

Bezüglich der linearen Anschlüsse an Festpunkte kann man annehmen, daß die mittleren Fehler den Entfernungen der Fixpunkte proportional sind und sollten größere Fehler wie 1 : 4000 nicht vorkommen. Bei Triangulirungen niederer Ordnung mit Dreiecksseiten von durchschnittlich 2—3000 m kann die mittlere Abweichung je zweier unabhängiger Bestimmungen eines neu eingeschalteten Punktes etwa zu 5—10 cm angenommen werden.

sind, ist einerseits nach der absoluten Größe, andererseits darnach zu bemessen, ob man es mehr mit geradlinigen oder mit krummlinigen Figuren zu thun hat. Nach dem Feldmesser-Reglement in Preußen ist bei Flächenmessungen von 1 bis 10 ha eine Differenz von 0,8 □m, über 10 ha eine solche von 0,7 □m als zulässig anzusehen. Für Waldvermessungen sollte überhaupt bei geradlinigen Figuren über 25 ha 0,5 %, bei krummlinigen Figuren und bei geradlinigen Figuren unter 25 ha 1 % nicht überschritten werden*).

Nothwendig ist weiter noch eine von Stück zu Stück fortschreitende Durchsicht aller Berechnungsergebnisse und Vergleichung derselben mit den Angaben der General-Vermessungstabelle (Flächenverzeichnisse), damit diese als ganz zuverlässig angenommen werden kann. Ergeben sich bei der Revision der Vermessungsarbeiten größere Differenzen, so müssen dem Geometer nicht nur die Kosten der Revision zur Last fallen, sondern es muß derselbe auch zur unentgeltlichen Vervollständigung verpflichtet werden.

---

*) Der mittlere Flächenfehler (m) ist $= 0{,}5\sqrt[4]{F^3}$, wo m in Quadratmeter und die Fläche F in Aren genommen ist. Hiernach erhält man für:

Flächen von:	1	2	3	4	5	6	7	8	9 Are
mittlere Fehler:	0,5	0,8	1,1	1,4	1,7	1,9	2,2	2,4	2,6 qm.

Hect.	0,00	10 a	20 a	30 a	40 a	50 a	60 a	70 a	80 a	90 a
	qm	qm	qm	qm	qm	qm	qm	qm	qm	qm
0	—	2,8	4,7	6,4	8,0	9,4	10,8	12,1	13,4	14,6
1	15,8	17,0	18,1	19,3	20,3	21,4	22,5	23,5	24,6	25,6
2	26,6	27,6	28,5	29,5	30,5	31,4	32,4	33,3	34,2	35,1
3	36,0	36,9	37,8	38,7	39,6	40,5	41,3	42,2	43,0	43,9

Die höchst zulässigen Abweichungen zwischen zwei Flächenberechnungen ergeben sich aus der Tabelle Seite 86, in welcher die Zahlen für die Abweichungen (a) im Rahmen der Tabelle, im Innern derselben die Grenzwerthe der Flächen (F) in Aren nach der Formel $a = 0{,}01\sqrt{60\,F + 0{,}02\,F^2}$ angegeben sind. Bei Flächen bis zu 903,0 Aren ist beispielsweise eine Differenz von 2,65 a nach der Tabelle gestattet.

Abweichung	0,00	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09	Abweichung
0,00		0,04	0,10	0,20	0,34	0,50	0,70	0,94	1,20	1,50	0,00
0,10	1,84	2,20	2,60	3,03	3,50	4,00	4,53	5,10	5,69	6,32	0,10
0,20	6,99	7,68	8,41	9,18	9,97	10,80	11,66	12,55	13,48	14,43	0,20
0,30	15,42	16,45	17,50	18 59	19,71	20,86	22,04	23,26	24,50	25,78	0,30
0,40	27,09	28,43	29,81	31,21	32,65	34,12	35,61	37,14	38,70	40,30	0,40
0,50	41,92	43,57	45,25	46,97	48,71	50,49	52,29	54,13	55,99	57,89	0,50
0,60	59,81	61,77	63,75	65,76	67,80	69,88	71,98	74,11	76,27	78,45	0,60
0,70	80,67	82,91	85,19	87,49	89,92	92,17	94,56	96,97	99,41	101,9	0,70
0,80	104,4	106,9	109,4	112,0	114,6	117,3	119,9	122,6	125,3	128,0	0,80
0,90	130,8	133,6	136,4	139,2	142,1	145,0	147,9	150,9	153,8	156,8	0,90
1,00	159,8	162,9	165,9	169,0	172,1	175,3	178,4	181,6	184,8	188,1	1,00
1,10	191,3	194,6	197,9	201,2	204,6	207,9	211,3	214,7	218,2	221,6	1,10
1,20	225,1	228,6	232,1	235,7	239,3	242,9	246,5	250,1	253,7	257,4	1,20
1,30	261,1	264,8	268,6	272,3	276,1	279,9	283,7	287,5	291,4	295,3	1,30
1,40	299,2	303,1	307,0	311,0	314,9	318,9	322,9	327,0	331,0	335,1	1,40
1,50	339,2	343,3	347,4	351,5	355,7	359,8	364,0	368,2	372,5	376,7	1,50
1,60	381,0	385,2	389,5	393,8	398,2	402,5	406,9	411,2	415,6	420,0	1,60
1,70	424,5	428,9	433,3	437,8	442,3	446,8	451,3	455,8	460,4	465,0	1,70
1,80	469,5	474,1	478,7	483,3	488,0	492,6	497,3	502,0	506,6	511,4	1,80
1,90	516,1	520,8	525,5	530,3	535,1	539,9	544,7	549,5	554,3	559,1	1,90
2,00	564,0	568,8	573,7	578,6	583,5	588,4	593,4	598,3	603,2	608,2	2,00
2,10	613,2	618,2	623,2	628,2	633,2	638,2	643,3	648,3	653,4	658,5	2,10
2,20	663,6	668,7	673,8	678,9	684,0	689,2	694,3	699,5	704,7	709,9	2,20
2,30	715,1	720,3	725,5	730,7	736,0	741,2	746,5	751,7	757,0	762,3	2,30
2,40	767,6	772,9	778,2	783,6	788,9	794,2	799,6	805,0	810,3	815,7	2,40
2,50	821,1	826,5	831,9	837,3	842,8	848,2	853,6	859,1	864,6	870,0	2,50
2,60	875,5	881,0	886,5	892,0	897,5	903,0	908,6	914,1	919,6	925,2	2,60
2,70	930,7	936,3	941,9	947,5	953,1	958,7	964,3	969,9	975,5	981,1	2,70
2,80	986,8	992,4	998,1	1004	1009	1015	1021	1026	1032	1038	2,80
2,90	1044	1049	1055	1061	1066	1072	1078	1084	1089	1095	2,90
3,00	1101	1107	1113	1118	1124	1130	1136	1142	1147	1153	3,00
3,10	1159	1165	1171	1177	1182	1188	1194	1200	1206	1212	3,10
3,20	1218	1224	1230	1235	1241	1247	1253	1259	1265	1271	3,20
3,30	1277	1283	1289	1295	1301	1307	1313	1319	1325	1331	3,30
3,40	1337	1343	1349	1355	1361	1367	1373	1379	1385	1391	3,40
3,50	1397	1403	1409	1415	1421	1427	1433	1439	1446	1452	3,50
3,60	1458	1464	1470	1476	1482	1488	1494	1500	1507	1513	3,60
3,70	1519	1525	1531	1537	1543	1550	1556	1562	1568	1574	3,70
3,80	1580	1587	1593	1599	1605	1611	1618	1624	1630	1636	3,80
3,90	1642	1649	1655	1661	1667	1673	1680	1686	1692	1698	3,90
4,00	1705	1711	1717	1723	1730	1736	1742	1749	1755	1761	4,00
4,10	1767	1774	1780	1786	1792	1799	1805	1811	1818	1824	4,10
4,20	1830	1837	1843	1849	1856	1862	1868	1875	1881	1887	4,20
4,30	1894	1900	1906	1913	1919	1925	1932	1938	1944	1951	4,30
4,40	1957	1964	1970	1976	1983	1989	1995	2002	2008	2015	4,40
4,50	2021	2027	2034	2040	2047	2053	2059	2066	2072	2079	4,50
4,60	2085	2092	2098	2104	2111	2117	2124	2130	2137	2143	4,60
4,70	2149	2156	2162	2169	2175	2182	2188	2195	2201	2208	4,70
4,80	2214	2221	2227	2233	2240	2246	2253	2259	2266	2272	4,80
4,90	2279	2285	2292	2298	2305	2311	2318	2324	2331	2337	4,90
5,00	2347	2354	2360	2367	2373	2380	2386	2393	2399	2406	5,00

Was die Kosten der Vermessung anbetrifft, so liegt es im Interesse des Waldbesitzers und des Geometers, ganz neue Waldvermessungen im Accord auszuführen und nur gewisse mit dem Arbeitsaufwand nicht in geradem Verhältnisse stehende Vorkehrungen und Ausgaben — Kosten der Hin- und Herreise, umfänglichere Grenzberichtigungsarbeiten, Versteinung der Triangulations- und Hauptpolygonpunkte — durch Separatvergütungen, nach fest normirten Sätzen auszugleichen. Die Accordsätze für Aufnahme, Kartirung nebst Flächenberechnung mit Aufstellung der General-Vermessungstabelle, des Grenzregisters ist pro Flächeneinheit zu normiren und darnach zu bemessen, einerseits ob es sich um größere, zusammenhängende Waldkörper oder um kleinere zerstreute Waldparzellen handelt, andererseits ob die Waldvermessung des Terrains und sonstiger Verhältnisse wegen größere oder geringere Schwierigkeiten darbietet, endlich auch, ob zugleich Höhenaufnahmen stattfinden oder nicht.

Als mittlere Sätze können etwa gelten pro ha:

a) in günstigen Terrainverhältnissen und bei größeren Waldkomplexen 0,8 bis 1,6 Mark.

b) im mittleren Terrain (Hügelland) 1,2—1,9 Mark,

c) im schwierigen Terrain (Bergland, Gebirge) 1,4—2,4 Mark.

II. Die Neuvermessung kleinerer Waldflächen.

(Waldparzellen bis 500 ha Größe.)

Kann die Waldtriangulation oder der Anschluß an die Landestriangulation bei parzellirten Waldflächen der Bodenkonfiguration wegen nur mit verhältnißmäßig bedeutenden Kosten ausgeführt werden, so tritt als Vermessungsnetz an Stelle des Dreiecksnetzes das Polygonnetz; als Hauptwinkelmeßinstrument aber verbleibt der Theodolit, und die Bussole findet nur unter dazu passenden Terrainverhältnissen bei der Innenmessung Anwendung. Als Längenmeßinstrumente kommen je nach der Bodenkonfiguration Meßlatte, Stahlmeßband mit und ohne Gradbogen-Vorrichtung, und zur Aufnahme der Vermessungsgegenstände das Winkelprisma, Prismenkreuz, Winkeltrommel u. s. w. in Frage. Im Interesse des Zeit- und Kostenaufwandes reihen sich bei dieser

Polygonalmethode die geodätischen Arbeiten in folgender Weise zweckmäßig aneinander:

1) Orientirung und Anfertigung eines Handrisses von der aufzunehmenden Waldfläche (Fig. 25).

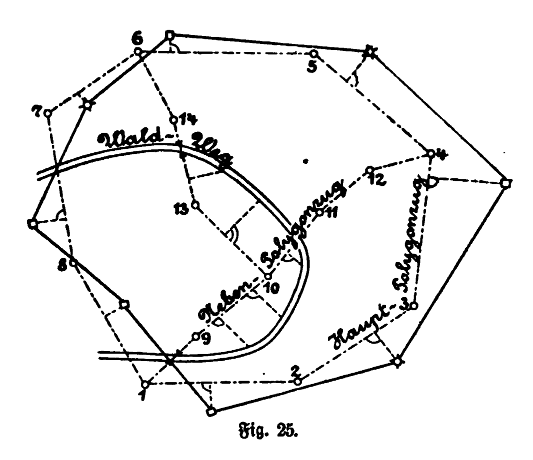


Fig. 25.

2) Festlegung eines oder mehrerer Polygone um und durch den Wald, wobei bezüglich der Auswahl, Sicherung der Polygonpunkte, Messung der Polygonseiten und Winkel die auf Seite 49 angegebenen Gesichtpunkte zu beachten sind. Nur in betreff der Prüfung und Berichtigung der Polygonwinkel ist zu berücksichtigen, daß

a) im einfachen geschlossenen Polygone die Gleichung: $\Sigma P = (n-2)\,2\,R$ bei Messung der inneren Polygonwinkel oder bei Messung der äußeren Polygonwinkel die Gleichung $\Sigma P = (n+2)\,2\,R$ gilt. — Bei sich überschneidenden Polygonen gilt die Gleichung $\Sigma P = (n \pm 2\,p)\,2\,R$; p ist gleich 0 bei einer ungeraden und gleich 1 bei einer geraden Anzahl Ueberschnitte. Eine zuläßige Differenz, welche gleich $2 \cdot \sqrt{n}$ Minuten angenommen werden darf, ist auf die einzelnen Polygonpunkte gleichmäßig zu vertheilen.

b) Bei zusammenhängenden mit gleicher Genauigkeit gemessenen Polygonen gleicht man entweder die Winkel so aus, daß in jedem Polygone die Summe $(n-2)\,2\,R$ beträgt und die Winkel um jeden Punkt herum $4\,R$ ausmachen, oder man verwendet die unausgeglichenen Winkel zur Coordinatenberechnung.

3. Berechnung der Azimute, Coordinatenstücke, Coordinaten und Höhen der Polygonpunkte.

Die Ermittelung der Azimutalwinkel der Polygonseiten geschieht in der Weise, daß man zum gemessenen Azimut der vorhergehenden Seite den eingeschlossenen Polygonwinkel addirt und von der Summe 180 Grad subtrahirt oder bei negativem Resultate 180 Grad addirt. Eine Controle für die richtige Berechnung ergiebt sich, wenn man den berechneten Azimutalwinkel der Polygonseite mit dem ursprünglichen (gemessenen) Azimutalwinkel der betr. Seite vergleicht. Beide müssen gleich sein.

Was die Berechnung der Coordinatenstücke anbetrifft, so erhält man das Ordinaten- ($\triangle y$) resp. das Abscissenstück ($\triangle x$) eines jeden Polygonpunktes, wenn man die vorhergehende Polygonseite mit dem Sinus resp. Cosinus ihres Azimutalwinkels multiplicirt. Die Vorzeichen derselben ergeben sich durch die des Sinus oder Cosinus. Die Prüfung und Berichtigung der Coordinatenstücke ist eine verschiedene, je nachdem ein oder mehrere zusammenhängende Polygone aufgenommen worden sind.

a) Im einfachen geschlossenen Polygone muß die algebraische Summe aller Abscissenstücke gleich „Null" sein, ebenso auch die der Ordinatenstücke. Ist dieses nicht der Fall, sondern ergiebt die Summe $\pm \triangle x$ und $\pm \triangle y$, so findet man die s. g. Schlußlinie des Polygons (f), welche die vereinigte Wirkung aller Messungsfehler enthält, durch die Gleichung:

$$f = \sqrt{(\triangle x)^2 + (\triangle y)^2}.$$

Als „zulässig" wird f angenommen, wenn der Quotient aus Schlußlinie und dem ganzen Umfange des Polygones kleiner als der zulässige Fehler für Längenmessungen ($^2/_{1000}$ resp. $^3/_{1000}$) sich stellt. In diesem Falle werden die Abscissen- und Ordinatenstücke nach Verhältniß ihrer Länge so verbessert, daß ihre algebraische Summen gleich „Null" sind und erst dann werden sie zur Berechnung der Coordinaten verwandt.*)

*) In der Katasterverwaltung soll der lineare Schlußfehler $f = \sqrt{(\triangle x)^2 + (\triangle y)^2}$ höchstens so viel betragen, als für die Messung einer Strecke von der Länge des Zuges zulässig ist (siehe Seite 83). Die zulässigen Fehler sind sachgemäß

b) Bei zusammenhängenden, gleichberechtigten Polygonen wie beispielsweise Figur 26 rechnet man von einem Kreuzungspunkte mehrerer Züge A auf sämmtlich vorhandenen Zügen bis zu einem anderen Kreuzungspunkte B und erhält so für dessen Coordinaten je drei verschiedene Werthe; aus diesen berechnet man die endgültigen Coordinaten als Mittel und gleicht darnach die einzelnen Züge aus (vergl. Seite 58, 59).

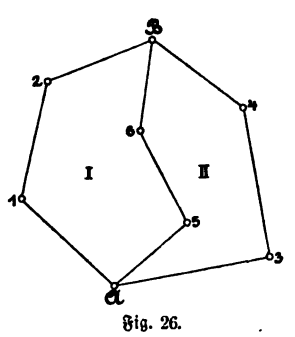


Fig. 26.

Hat aber bei der Polygonalmethode die Messung der inneren Polygonzüge weniger scharf und genau stattgefunden, als die des äußeren Polygons (Hauptpolygons), so ist die Prüfung und Berichtigung des letzteren zunächst vorzunehmen. Hierauf berechnet man zur Prüfung des inneren Zuges (Nebenzuges) die Azimutalwinkel desselben, indem man von einer äußeren Polygonseite (1 A) ausgeht und an einer äußeren (B, 4) endigt. Stimmt der für letztere berechnete Azimutalwinkel mit dem früher berechneten Winkel nicht überein, so wird eine zulässige Differenz nur auf die Winkel des inneren Polygonzuges 5 und 6 vertheilt. Dasselbe gilt von den Coordinatenstücken.

Die rechtwinkligen Coordinaten der Polygonpunkte werden gefunden, indem man zunächst für einen Polygonpunkt dieselben beliebig annimmt und von diesem ausgehend zur Abscisse das Abscissenstück des folgenden Meßpunktes algebraisch addirt und so fortfährt bis zum Anfangspunkte, von dem man bei richtiger Berechnung alsdann die ursprüngliche Abscisse wieder erhalten muß. Dieselbe Rechnung gilt für die Ordinaten. Die so berechneten Coordinaten, welche sehr häufig theils positiv, theils negativ sein werden, könnte man nun auftragen und dadurch die Lage der Polygonpunkte bestimmen; allein wenn ein Anschluß an die Landesvermessung nicht stattfindet, ist es empfehlenswerth, der besseren Uebersicht wegen alle Coordinaten in

---

zu vertheilen, so daß die Polygonseiten proportional ihrer Länge geändert werden und die verbesserten Winkel sich nicht mehr ändern als um 2 Minuten im günstigen, 2,5 Minuten im mittleren und um 3 Minuten im ungünstigen Terrain.

2000 2000 2500

Abscisse

3

16 15

1500 1500

14

ORI

b

Melchower Feldmark

11

13

C nach Melchow

a

EB

12

1000 1000

A

11

7

10

8

9

8

500 7 500

Gemarkung Grünthal

nach Grünthal

5 6

acker

0 2000 Ordinate 2500

Verlag von Julius Spri[...]

Autogr. Anst. von Alfred Müller in Leipzig-R.



positive in der Weise umzuwandeln, daß man zu den berechneten Abscissen und Ordinaten das Entgegengesetzte der größten negativen Abscisse und Ordinate addirt (Parallelverschiebung des Coordinatensystems). In das auf Seite 92 angeführte Verzeichniß werden die Coordinaten eingetragen und bei der Kartirung und Flächenberechnung zu Grunde gelegt. (Siehe Beispiel Seite 92—96.)

In Betreff der Berechnung und Prüfung der Höhen für die Polygonpunkte wird auf das auf Seite 58 Angeführte verwiesen, wobei jedoch bemerkt wird, daß bei Berechnung der Höhenunterschiede von dem Einflusse der Erdkrümmung und Strahlenbrechung Abstand zu nehmen ist und die Gleichung $h_u = \pm e \cdot tg\, \alpha$ genügt.

4. Flächenberechnung des Polygons. Was die Flächenberechnung dieser kartirten Waldflächen anbetrifft, so ist zunächst der Flächeninhalt des Hauptpolygons aus den rechtwinkligen Coordinaten der Meßpunkte nach den auf Seite 68 angeführten Formeln und Beispiel (Seite 96) zu berechnen und hierauf die Ermittelung des Flächeninhalts der an die Polygonseiten anschließenden Vermessungsfiguren mit Hilfe von Planimeter oder aus dem Vermessungsmanuale zu vollziehen. Im Uebrigen wird bezüglich des Inhalts der inneren Figuren auf das auf Seite 69 u. 70 Angeführte verwiesen.

5. Bezüglich der Aufstellung der Generalvermessungstabelle, Grenzregister u. s. w. kann auf die Angaben auf Seite 72 bis 76 hingewiesen werden.

In früheren Zeiten wurde anstatt des Theodolits die Bussole ausschließlich zur Polygonalmethode verwandt. Es wurden die magnetischen Azimute der Polygonseiten mit der Bussole, die Längen der Meßlinien mit der Kette gemessen und die Kartirung dieser Vermessungselemente auf die primitivste Weise mit Hilfe von Transporteur, Zirkel, Maßstab und Lineal vollzogen. In der Neuzeit hat man dieses auf der niedrigsten Stufe der geodätischen Technik stehende Verfahren aufgegeben und die Darstellungsweise in rechtwinkligen Coordinaten bevorzugt, weil die unvermeidlichen Fehler bei der Linien- und Winkelmessung auf die Weise durch Rechnung ausgeglichen werden und das Auftragen jedes einzelnen Punktes unabhängig von dem benachbarten Punkte geschieht, sodaß eine Fortpflanzung und Anhäufung kleiner Meß- und Zeichenfehler ausgeschlossen ist.

Ordnungs-Nummer	Bezeichnung der Stationen und Zwischenpunkte	Länge der Linien: nach der Messung oder Berechnung m	dc	n. m%	nach Verbesserung m	dc	Winkel: Polygonwinkel: gemessene °	'	"	verbesserte °	'	"	Azimutalwinkel: gemessene resp. berechnete °	'	"	reduzirte °	'	"
1		227	60		227	68	73	19	−3 —	73	18	57	117	50	—	62	10	—
2		173	85		173	92	174	15	−3 08	174	15	05	112	05	05	67	54	55
3		181	50		181	45	167	07	−3 15	167	07	12	99	12	17	80	47	43
4		196	—		196	—	194	52	−3 07	194	52	04	114	04	21	65	55	39
5		188	20		188	15	155	28	−3 30	155	28	27	89	32	48	89	32	48
6		310	15		310	10	117	17	−3 08	117	17	05	26	49	53	26	49	53
7		125	60		125	65	229	24	−3 30	229	24	27	76	14	20	76	14	20
8		199	10		199	15	153	37	−4 30	153	37	26	49	51	46	49	51	46
9		141	90		141	95	179	42	−4 45	179	42	41	49	34	27	49	34	27
10		95	—		95	—	127	34	−4 45	127	34	41	357	09	08	2	50	52
11		278	05		278	—	127	44	−4 30	127	44	26	304	53	34	55	06	26
12		331	25		331	20	180	—	−4 —	179	59	56	304	53	30	55	06	30
13		321	10		321	—	206	46	−4 15	206	46	11	331	39	41	28	20	19
14		277	35		277	38	244	37	−4 —	244	36	56	36	16	37	36	16	37
15		102	50		102	52	62	51	−4 07	62	51	03	279	07	40	80	52	20
16		254	20		254	23	162	51	−4 38	162	51	34	261	59	14	81	59	14
17		116	50		116	47	201	10	−4 —	201	09	56	283	09	10	76	50	50

Coordinaten-Differenzen																Coordinaten				Bemerkungen
berechnete								verbesserte												
Sinusprodukte (Ordinaten-Differenz)				Cosinusprodukte (Abscissen-Differenz)				Sinusprodukte (Ordinaten-Differenz)				Cosinusprodukte (Abscissen-Differenz)				Ordinaten nach Osten		Abscissen nach Norden		
+		—		+		—		+		—		+		—		+		—		
m	dc	m	dc	m	dc	m	dc	m	dc	m	dc	m	dc	m	dc	m	dc	m	dc	
201	−10 34					106	+7 30	201	24					106	37	1201	24	393	63	
161	−6 16					65	+3 39	161	10					65	42	1362	34	328	21	
179	−9 11					29	+1 03	179	02					29	04	1541	36	299	17	
178	−6 95					79	+3 95	178	87					79	98	1720	23	219	19	
188	−9 14			1	−1 49			188	05			1	48			1908	28	220	67	
139	−6 97			276	−16 71			139	91			276	55			2048	19	497	22	
122	−6 04			29	−1 89			121	98			29	88			2170	17	527	10	
152	−6 25			128	−6 38			152	19			128	32			2322	36	655	42	
108	−35 06			92	−5 05			108	01			92	—			2430	37	747	42	
		4	+1 72	94	−5 88					4	73	94	83			2425	64	842	25	
		228	+11 02	159	−11 03					228	13	158	92			2197	51	1001	17	
		271	+13 66	189	−13 46					271	79	189	33			1925	72	1190	50	
		152	+7 37	282	−20 53					152	44	282	33			1773	28	1472	83	
164	−7 12			223	−14 61			164	05			223	47			1937	33	1696	30	
		101	+4 22	16	−1 26					101	26	16	25			1836	07	1712	55	
		251	+12 95			35	+1 44			251	87			35	45	1584	20	1677	10	
		113	+4 41	26	−1 50					113	45	26	49			1470	75	1703	59	

Ordnungs-Nummer	Bezeichnung der Stationen und Zwischenpunkte	Länge der Linien: nach der Messung oder Berechnung			nach Verbesserung		Winkel: Polygonwinkel: gemessene			verbesserte			Azimutalwinkel: gemessene resp. berechnete			reduzirte		
		m	dc	n. m%	m	dc	°	′	″	°	′	″	°	′	″	°	′	″
1		227	60		227	68	73	19	−3 —	73	18	57	117	50	—	62	10	—
2		173	85		173	92	174	15	−3 08	174	15	05	112	05	05	67	54	55
3		181	50		181	45	167	07	−3 15	167	07	12	99	12	17	80	47	43
4		196	—		196	—	194	52	−3 07	194	52	04	114	04	21	65	55	39
5		188	20		188	15	155	28	−3 30	155	28	27	89	32	48	89	32	48
6		310	15		310	10	117	17	−3 08	117	17	05	26	49	53	26	49	53
7		125	60		125	65	229	24	−3 30	229	24	27	76	14	20	76	14	20
8		199	10		199	15	153	37	−4 30	153	37	26	49	51	46	49	51	46
9		141	90		141	95	179	42	−4 45	179	42	41	49	34	27	49	34	27
10		95	—		95	—	127	34	−4 45	127	34	41	357	09	08	2	50	52
11		278	05		278	—	127	44	−4 30	127	44	26	304	53	34	55	06	26
12		331	25		331	20	180	—	−4 —	179	59	56	304	53	30	55	06	30
13		321	10		321	—	206	46	−4 15	206	46	11	331	39	41	28	20	19
14		277	35		277	38	244	37	−4 —	244	36	56	36	16	37	36	16	37
15		102	50		102	52	62	51	−4 07	62	51	03	279	07	40	80	52	20
16		254	20		254	23	162	51	−4 38	162	51	34	261	59	14	81	59	14
17		116	50		116	47	201	10	−4 —	201	09	56	283	09	10	76	50	50

								n-Differenzen								Coordinaten				
								verbesserte								Ordinaten nach Osten		Abscissen nach Norden		Bemerkungen
								...dukte ...naten-...fferenz)				Cosinusprodukte (Abscissen-Differenz)								
								+		—		+		—		+		—		
								m	dc	m	dc	m	dc	m	dc	m	dc	m	dc	
										140	80	20	64			1329	95	1724	28	
						132	+9 52			126	55			132	61	1203	40	1691	62	
						110	+7 08	11	04					110	15	1214	44	1481	49	
						74	+6 42	12	14					74	48	1226	58	1406	99	
						124	+8 89	16	45					124	97	1243	03	1282	02	
	1 43					154	+9 97	7	42					155	06	1250	45	1126	96	
		25	+1 88			130	+8 19			25	89			130	27	1224	56	996	69	
		11	+1 03			110	+7 80			11	04			110	87	1213	52	885	82	
19	−1 55					111	+7 85	19	54		·			111	92	1233	06	773	90	
		45	+2 —			91	+5 48			45	02			91	53	1188	04	682	37	
		49	+2 81			61	+5 49			49	83			61	54	1138	21	620	83	
		70	+3 76			52	+3 23			70	79			52	26	1067	42	568	57	
		67	+3 39			68	+4 53			67	42			68	57	1000	—	500	—	
1661	78	1660	25	1541	44	1539	56	1661	01	1661	01	1540	49	1540	49					
1660	25			1539	56															
1	53			1	88															
—	77	+	76	—	95	+	93													

Ordnungs-Nummer	Bezeichnung der Stationen und Zwischenpunkte	Länge der Linien					Winkel											
		nach der Messung oder Berechnung			nach Verbesserung		Polygonwinkel						Azimutalwinkel					
							gemessene			verbesserte			gemessene resp. berechnete			reduzirte		
		m	dc	n. m%	m	dc	°	'	"	°	'	"	°	'	"	°	'	"
18		142	30		142	25	175	11	−4 45	175	11	41	278	20	51	81	39	09
19		183	25		183	20	125	19	−4 15	125	19	11	223	40	02	43	40	02
20		110	65		110	63	130	36	−4 15	130	36	11	174	16	13	05	43	47
21		75	40		75	40	176	27	−4 30	176	27	26	170	43	39	9	16	21
22		126	—		125	97	181	45	−4 52	181	45	48	172	29	27	7	30	33
23		155	15		155	15	184	46	−4 —	184	45	56	177	15	23	2	44	37
24		132	70		132	74	193	59	−4 15	193	50	11	191	14	34	11	14	34
25		111	40		111	35	174	26	−4 38	174	26	34	185	41	08	5	41	08
26		113	60		113	55	164	24	−4 —	164	23	56	170	05	04	9	54	56
27		101	95		101	95	216	06	−4 30	216	06	26	206	11	30	26	11	30
28		79	15		79	13	192	49	−4 —	192	48	56	219	—	26	39	—	26
29		88	—		87	95	194	33	−4 37	194	33	33	233	33	59	53	33	59
30		96	15		96	11	170	57	−4 08	170	57	04	224	31	03	44	31	03
					5035	23	5040	01	53	5040	—	—						
					Soll		5040	—	—									
					Fehler		+	1	53									Fehler zu vertheilen

Coordinaten-Differenzen																Coordinaten				Bemerkungen
berechnete								verbesserte								Ordinaten nach Osten		Abscissen nach Norden		
Sinusprodukte (Ordinaten-Differenz)				Cosinusprodukte (Abscissen-Differenz)				Sinusprodukte (Ordinaten-Differenz)				Cosinusprodukte (Abscissen-Differenz)								
+		—		+		—		+		—		+		—		+		—		
m	dc	m	dc	m	dc	m	dc	m	dc	m	dc	m	dc	m	dc	m	dc	m	dc	
		140	+6 74	20	—1 65					140	80	20	64			1329	95	1724	23	
		126	+6 49			132	+9 52			126	55			132	61	1203	40	1691	62	
11	—1 05					110	+7 08	11	04					110	15	1214	44	1481	49	
12	—1 15					74	+6 42	12	14					74	48	1226	58	1406	99	
16	—1 46					124	+8 89	16	45					124	97	1243	03	1282	02	
7	—1 43					154	+9 97	7	42					155	06	1250	45	1126	96	
		25	+1 88			130	+8 19			25	89			130	27	1224	56	996	69	
		11	+1 03			110	+7 80			11	04			110	87	1213	52	885	82	
19	—1 55					111	+7 85	19	54					111	92	1233	06	773	90	
		45	+2 —			91	+5 48			45	02			91	53	1188	04	682	37	
		49	+2 81			61	+5 49			49	83			61	54	1138	21	620	83	
		70	+3 76			52	+3 23			70	79			52	26	1067	42	568	57	
		67	+3 39			68	+4 53			67	42			68	57	1000	—	500	—	
1661	78	1660	25	1541	44	1539	56	1661	01	1661	01	1540	49	1540	49					
1660	25			1539	56															
1	53			1	88															
—	77	+	76	—	95	+	93													

Berechnung des Inhaltes aus den Coordinaten nach der Formel I:

$$J = \frac{(y_3 - y_1)\,x_2 + (y_4 - y_2)\,x_3 \cdots\cdots + (y_2 - y_n)\,x_1}{2}$$

Nr. des Kartenblattes	Nr. der Parzelle	Nummer des Punktes	Ordinate Y_n ±			Ordinaten-Unterschied zwischen dem folgenden (+) und dem vorhergehenden (—) Punkte +		—		Abscisse X_n ±			Produkte (doppelter Flächeninhalt) +			—		
5	21	991		49	2						48	1						
		992		63	3			5	1		158	3					807	32
		993		44	1			—	6		246	7					148	02
		994		62	7	145	1				339		49	188	90			
		995		189	2	126	9				289	5	36	737	55			
		996		189	6	68	5				232	7	15	939	95			
		997		257	7	1	0				199	2		199	20	19	961	96
		998		190	6			153	2		130	3				5	910	52
		999		104	5			141	4		41	8				1	981	72
		991		49	2			41	2		48	1						
		992		63	3						158	3						
			Summa			341	5	341	5				102	065	60	28	809	55
													73	256	05			
													½ = 36	628	02			
													= 3˙66·28					

Im Uebrigen hat man auch in sehr vielen Staatsverwaltungen die Verwendung der Bussole entweder ganz untersagt oder ihre Benutzung nur unter ganz bestimmten Einschränkungen noch zugelassen, weil durch die säculären Aenderungen und namentlich durch die täglichen Schwankungen der Magnetnadel, durch magnetische Störungen, durch schwieriges Ablesen sehr bedeutende Fehler in der Messung herbeigeführt werden. So wird in der preußischen Staatsforstverwaltung die Bus-

Berechnung des Inhaltes aus den Coordinaten nach der Formel II:

$$J = \frac{(x_1 - x_3)y_2 + (x_2 - x_4)y_3 + \cdots (x_n - x_2)y_1}{2}$$

Nr. des Kartenblattes	Nr. der Parzelle	Nummer des Punktes	±	Abscisse X_n		Abscissen-Unterschied zwischen dem vorhergehenden (+) und dem folgenden (−) Punkte +		−		±	Ordinate Y_n		Produkte (doppelter Flächeninhalt) +			−		
5	21	991		48	1						49	2						
		992		158	3			198	6		63	3				12	571	38
		993		246	7			180	7		44	1				7	968	87
		994		339				42	8		62	7				2	683	56
		995		289	5	106	3				189	2	20	111	96			
		996		232	7	90	3				189	6	17	120	88			
		997		199	2	102	4				257	7	26	388	48			
		998		130	3	157	4				190	6	30	000	44			
		999		41	8	82	2				107	5	8	589	90			
		991		48	1			116	5		49	2				5	731	80
		992		158	3						63	3						
				Summa		538	6	538	6				102	211	66	28	955	61
													73	256	05			
													½ = 36	628	02			
													= 3 · 66 · 28					

sole unter geeigneten Bodenverhältnissen nur dann noch benutzt, wenn der Umfang des Vermessungsobjects und die Hauptzüge im Innern desselben durch Theodolitmessung und rechtwinklige Coordinaten bereits festliegen und die Innenmessung im Walde — die Aufnahme der Abtheilungen, Wegzüge u. s. w. — rasch und weniger genau ausgeführt oder eine vorhandene Forstkarte durch Einzeichnen der Bodenkonfiguration mittelst Schichtenlinien vervollständigt werden soll.

Man mißt die magnetischen Azimute der Meßlinien in sog. Springständen und die Länge der Polygonseiten mit Stahlmeßband oder distancemessendem Fernrohre und kartirt in das zum Auftragen der rechtwinkligen Coordinaten verwandte Quadratnetz in der Weise, daß man entweder nach Reducirung der magnetischen Azimute auf geopraphische (siehe Seite 56) die rechtwinkligen Coordinaten der Meßpunkte auch berechnet und aufträgt oder mittelst Transporteur die Einzeichnung der Winkel vollzieht.

III. Die Vermessung kleinerer Flächen im Walde.

Uebersichtliche Terrainflächen im Walde, wie Hiebs-, Kultur-, Dienstländereiflächen u. s. w., welche in der Regel von den Revierverwaltungen zu vermessen sind, werden ohne Anwendung größerer Winkelmeßinstrumente, am einfachsten mit Stahlmeßband und mit Winkelprisma, Winkelspiegel entweder nach der direkten Coordinaten- oder nach der Dreiecksmethode aufgenommen.

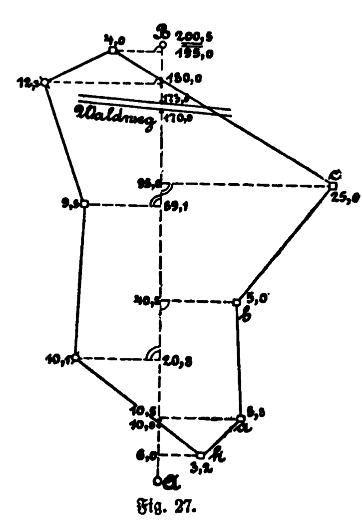


Fig. 27.

1) Die direkte Coordinatenmethode findet bei Flächen bis zu etwa 100 m Breiten- und 600 m Längenausdehnung Anwendung und besteht der Hauptsache nach:

a) in dem Abstecken einer sog. Standlinie (Abscisse) in der Längsrichtung der aufzunehmenden Fläche (AB der Figur 27);

b) in der genauen Längenermittelung dieser Abscissen, sowie der von jedem wichtigen Eckpunkte der Fläche auf die Standlinie zu bestimmenden Senkrechten (Ordinaten) nebst dem Abstande ihrer Fußpunkte vom Anfangspunkte der Abscisse;

c) in der korrekten und getreuen Führung des Handrisses (Messungsmanuales). Derselbe ist so deutlich unter Beachtung der

auf Seite 54 angeführten Regeln zu führen, daß danach das Auftragen jederzeit und durch jeden Sachverständigen ohne jeglichen Anstand vorgenommen werden kann. Die Figur 27 veranschaulicht das Verfahren;

d) in der event. Prüfung der Messung durch Vergleichung der im Terrain zu messenden Seitenlinien (a b c u. s. w.) mit den kartirten oder auch zu berechnenden Längen;

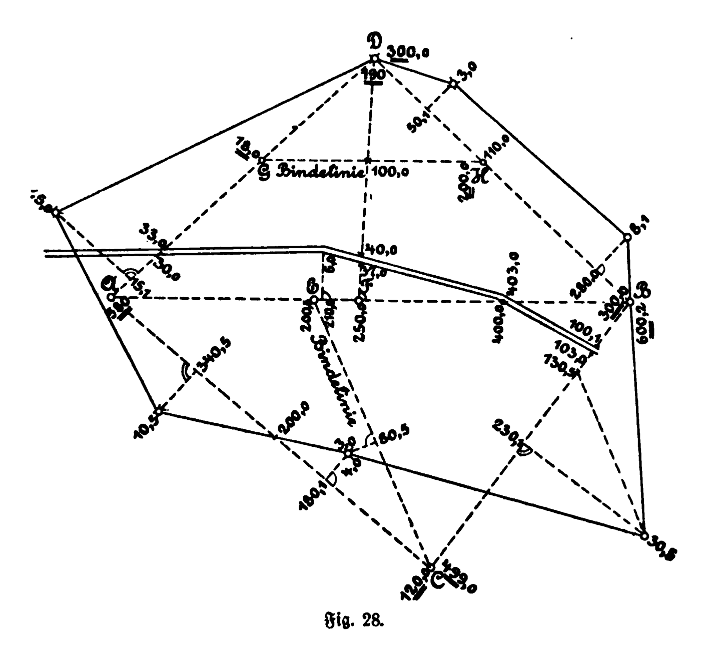


Fig. 28.

e) in der Kartirung und Flächenberechnung. Wie die Figur darstellt, besteht dieselbe aus Trapezen, rechtwinkligen Dreiecken u. s. w., ihr Flächeninhalt ist demnach mit Leichtigkeit nach den geometrischen Formeln oder auch aus den direkten Coordinaten zu ermitteln.

Die direkte Coordinatenmethode ist einfach und leicht auszuführen; sie ist deshalb der Revierverwaltung unter den erwähnten Terrainverhältnissen sehr zu empfehlen.

2) Die direkte Dreiecksmethode mit Stahlmeßband, Winkelspiegel, Winkelprisma kommt bei übersichtlichen Terrain-

flächen von bedeutenderer, als unter 1 angegebener Längen- und Breitenausdehnung in Anwendung. Es wird zu dem Ende

a) in der Richtung der größten Ausdehnung des Vermessungsobjekts eine Basis genau abgesteckt und über derselben werden passende Dreiecke konstruirt und markirt (Figur 28). Hierbei achtet man darauf, daß dieselben aus guten, d. h. weder zu spitzen noch zu stumpfen, Schnitten bestehen, und durch die vorhergehenden Messungen eine Controle für die nachfolgenden Messungen gewonnen wird. Man konstruirt beispielsweise die Hauptdreiecke ABC, ABD und eine oder mehrere passende Mittel- oder Bindelinien EC, GH, DF, welche zur Controle und zur Aufnahme von Vermessungsgegenständen (krumme Grenzen, Wege u. s. w.) dienen;

b) die horizontale Länge aller Seiten mit sehr großer Schärfe, im geneigten Terrain unter Benutzung der Gradbogen-Einrichtung am Stahlmeßbande ermittelt und gleichzeitig die Aufnahme der Grenzen und des Details von den Messungslinien aus nach der Coordinatenmethode vorgenommen;

c) das Auftragen wird in der Weise ausgeführt, daß man zunächst die Basis (AB) genau abträgt, hierüber mit Zirkel event. Stangenzirkel von jedem Dreiecke die Eckpunkte genau bestimmt und die Controle dadurch bewirkt, daß man bei Dreiecken mit Mittellinien prüft, ob die drei Kreisbogen in einem Punkte sich schneiden oder bei Dreiecken mit Bindelinien, ob die Längen der letzteren mit der auf der Karte bestimmten übereinstimmen. Entstehen kleinere fehlerzeigende Dreiecke, so nimmt man den Mittelpunkt als Spitze an; bei größeren ist aber eine Wiederholung der Längenmessung erforderlich;

d) die Fläche für jedes Hauptdreieck nach der Formel

$$J = \sqrt{s(s-a)(s-b)(s-c)}$$

berechnet $\left(s = \frac{a+b+c}{2}\right)$; die kleineren Stücke werden aus den Manualen als Trapeze, Dreiecke u. s. w. oder mit dem Planimeter von Oldendorp oder Amsler ermittelt.

Die Dreiecksmethode ohne Anwendung größerer Winkelmeßinstrumente war in früheren Zeiten in manchen Staaten (Schleswig-Holstein, Hannover, Mecklenburg) bei Aufnahme leicht übersehbarer Flächen bis

zu 1000 ha, beispielsweise in offenen ebenen Haiden, lichtbestandenen Flachlandsforsten, sehr gebräuchlich. In der Neuzeit kommt sie nur noch bei der Aufnahme von Nichtholzboden- oder Schlagflächen oder von kleineren lichtbestandenen Waldflächen in Frage, weil sie bei dicht bestockten Flächen den Durchhieb vieler Meßlinien erforderlich macht, die Fehlerermittelung erst nach der Kartirung gestattet und die Vertheilung derselben eine sehr willkürliche ist.*)

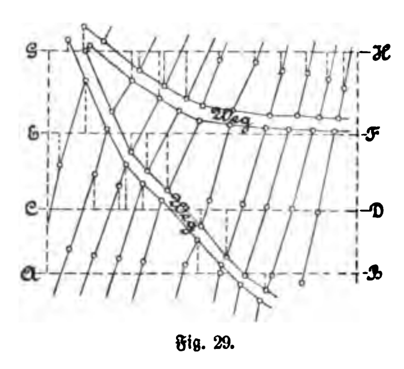


Fig. 29.

*) Erwähnt mag beiläufig auch noch werden die in der Fig. 29 veranschaulichte „Parallelmethode", welche bei Aufnahme von übersichtlichen Flächen in einigen Staaten noch wohl angewandt wird. Bei diesem Messungsverfahren ist darauf zu sehen, daß der Abstand der Parallelen kein zu bedeutender (20—50 m) ist, jede derselben auf die vorhergehende sich stützt und durch verschiedene Controlmessungen (Diagonalen) ein fester Zusammenhang in dem Netz der Parallelen erzielt wird. Die Aufnahme der Vermessungsgegenstände geschieht auch hier von den Messungslinien aus nach der Coordinatenmethode. Die Parallelmethode ist lange nicht so genau wie die Dreiecksmethode und dürfte bei den Waldvermessungen nur eine beschränkte Anwendung finden.

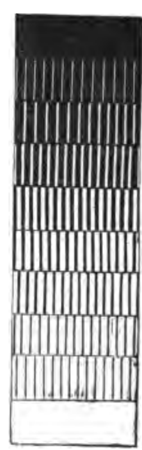
II. Vervollständigung bereits vorhandener Specialkarten durch Einzeichnen der Bodenconfiguration.

Allgemeines. Von der größeren Anzahl der Oberförstereien in Preußen und in anderen Staaten geben die Specialforstkarten nur ein Bild von den ausgeführten Horizontalmessungen; über die Höhen und die so mannigfach wechselnden Formen des Terrains, welche für verschiedene forstwirth- und -wissenschaftliche Zwecke, insbesondere für die Arbeiten der Waldwegenetzlegung, Waldeintheilung, der Taxation in den Forsten des Berglandes und Gebirges von so hoher Wichtigkeit sind, erhält man keine Auskunft. Zur Ausführung der erwähnten Arbeiten wird deshalb die Vervollständigung dieser Karten durch genaue und korrekte Einzeichnung des Terrains fast immer nothwendig. Zuvor hat aber eine Prüfung der vorhandenen älteren Karten stattzufinden, um festzustellen, ob die Vornahme der keineswegs billigen Ergänzungsmessungen und die Darstellung derselben auf diesen Kartenwerken sich auch noch rechtfertigt. Zu dem Zwecke steckt man ab und vermißt wenigstens zwei von festen Grenzpunkten ausgehende Hauptlinien. Beträgt die Längendifferenz bei diesen Probemessungen mehr als das Doppelte der bei Neumessungen zulässigen Fehlergrenze, so ist die ältere Vermessung in der Regel aufzugeben. Ebenso dürfte zur Neumessung zu schreiten sein, wenn die zur Herstellung eines vollständigen Vermessungswerks erforderlichen Ergänzungsmessungen mehr als die Hälfte der Kosten einer Neumessung verursachen.

Mit der Beantwortung der Frage: in welcher Weise neben der Horizontalaufnahme die Terrainunebenheiten, die Ein- und Ausbuchtungen desselben auf der Karte am zweckmäßigsten darzustellen sind, haben sich alle Länder Europas beschäftigt. Ohne auf eine detaillirte Beschreibung aller angewendeten Methoden hier näher eingehen zu

können, sei nur bemerkt, daß zwei Mittel vorzugsweise zur Höhen- und Terrainzeichnung benutzt werden, nämlich die Schraffirung und die Horizontalschichtenzeichnung. Von diesen beiden Methoden war die Schraffirung, die Darstellung der Bergflächen nach ihrer Neigung bis etwa Mitte dieses Jahrhunderts die allein übliche. Mit den einfachsten Mitteln, z. B. mit einem Kammpinsel wurden Striche in der Richtung des kürzesten Falls der Bergabhänge auf der Karte hergestellt und die steileren von den sanfteren Abhängen nur durch verstärkte oder durch Kreuzstriche gekennzeichnet. Spätere wesentliche Verbesserungen dieser Darstellungsweise waren darauf gerichtet, den Neigungswinkel der Bergabhänge mathematisch genau auszudrücken. Auf diese Weise entstanden die Schraffir-Methoden von Lehmann und Müffling.

Nach Lehmanns Idee sollte der Neigungswinkel jeder Fläche auf der Karte dadurch ausgedrückt werden, daß die Schraffen in demselben Verhältnisse dunkler gemacht wurden, als der Berghang steiler war und zwar so, daß die horizontale Fläche weiß blieb, eine um 45 Grad geneigte schwarz wurde, alle dazwischen liegenden Neigungen aber, von 5 zu 5 Grad gleichmäßig wachsende Mitteltöne erhielten (Figur 30). Aus dem hieraus abzuleitenden Stärkeverhältnisse der Schraffen zu ihren weißen Zwischenräumen sollte die Größe des Neigungswinkels bestimmt und durch die Lage dieser Schraffen in der Richtung des Wasserlaufs die Formen des Terrains charakterisirt werden.


Fig. 30.

Diese Idee Lehmanns glaubte der General-Feldmarschall Müffling im Jahre 1821 dadurch zu verbessern, daß er neben dem Stärkeverhältnisse der Schraffen zum anliegenden Zwischenraume, eine besondere Form der Striche für die Gradabtheilungen einführte.

Muß auch zugegeben werden, daß die Lehmann'sche Schraffirmethode ein leicht verständliches und körperliches Bild vom Terrain abgiebt, Kuppen, Bergrücken, Einschnitte u. s. w. musterhaft ausdrückt, so werden andere wichtige Bedingungen für unsere forstlichen Zwecke, die Uebersichtlichkeit, das Ablesen der absoluten und relativen

Höhen und selbst das leichte Schätzen der Neigungen des Terrains durch dieses Darstellungsverfahren nicht erreicht. Niemand ist im Stande mit Leichtigkeit aus einer solchen Zeichnung ablesen zu können, in welcher Höhe über dem Meeresspiegel das Terrain überhaupt liegt, in welchem Verhältnisse die Höhen von wichtigen Terrain-Uebergangspunkten (Sattelpunkten) zu Punkten in den Hauptthalzügen stehen, wie stark ein wichtiger Thalzug ansteigt u. s. w.

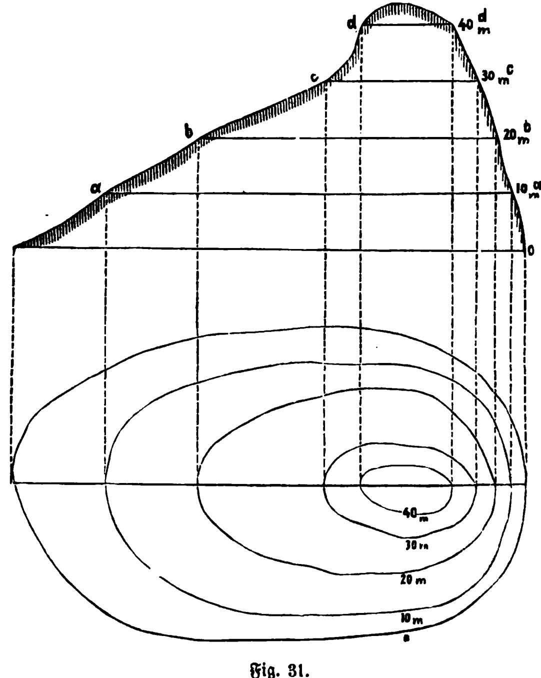


Fig. 31.

Die Müffling'sche Methode erleichtert zwar das Ablesen der Hauptgrad-Abtheilungen, sie hebt aber durch die verschiedenartig geformten Schraffen den großen Vortheil der Lehmann'schen Methode, einer vortrefflichen Darstellung der verschiedenen Ausformungen des Terrains fast ganz auf. Zudem ist bei den genannten Methoden die Ausführung der Schraffirung äußerst schwierig; sie erfordert viel Zeit, Brust und Augen angreifende Uebungen, um es zu einer leidlichen

Fertigkeit zu bringen. Nicht selten werden Terrainzeichnungen durch sie geschaffen, welche mit der Natur nicht übereinstimmen. Führen doch die Wegeabsteckungen, welche mit den auf Grund dieser Zeichnungen ermittelten Gefällprocenten vorgenommen wurden, fast niemals zum erwünschten Ziele. Es ist deshalb in der Neuzeit, in welcher mit Recht an die Kartenwerke für wissenschaftliche und technische Zwecke große Anforderungen gestellt werden, und die Karte durch Genauigkeit, Vollständigkeit und leichte Lesbarkeit sich auszeichnen soll, die Schraffirung in den meisten Staaten in den Hintergrund getreten und an deren Stelle die Darstellung des Terrains durch äquidistante Niveaucurven eingeführt.

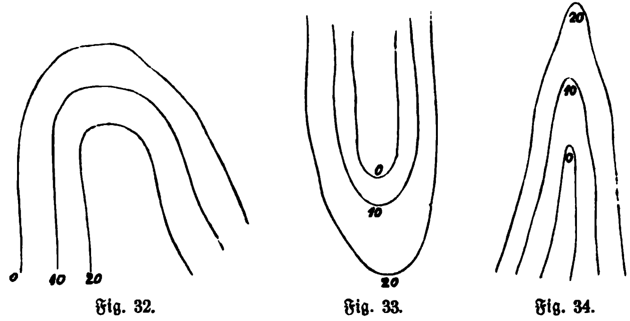


Fig. 32. Fig. 33. Fig. 34.

Unter letzteren versteht man die auf einen Horizontalplan projizirten Durchschnittslinien der Erdoberfläche mit Horizontalebenen, welche in gleichen Höhenabständen eingelegt sind. Denkt man sich beispielsweise einen Waldkörper (Figur 31) von der Basis aufwärts durch mehrere in gleichen Abständen über einander liegende Horizontal-Ebenen durchschnitten (a, b, c, d) und diese Durchschnittslinien auf das Kartenblatt aufgetragen (projizirt), so übersieht man mit Hilfe dieser Linien sofort alle Punkte gleicher Höhenlage und die so mannigfach wechselnden Formen und Neigungen des Terrains. Je nach den auftretenden Bodenconfigurationen werden nämlich die Niveaukurven in ihrem Verlaufe folgende Formen zeigen:

a) Bei Bergrücken (Figur 32) wird die Niveaukurve einen mehr oder weniger ausgebogenen, bei Einsenkungen und Mulden (Figur 33) einen eben solchen eingebogenen, bei Schluchten (Figur 34) einen scharfwinklig einspringenden Verlauf nehmen.

b) Bei Terrain-Einsenkungen (Gebirgssätteln) werden die Curven Bergrücken, Mulden oder Schluchten, Wasserrisse begrenzen und kleinere oder größere mehr oder weniger ebene Flächen einschließen (Figur 35).

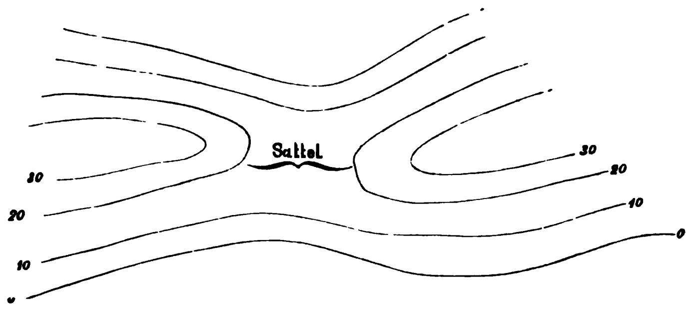


Fig. 35.

c) Bei Gebirgskesseln (Figur 36) werden die oberen größeren Curven die kleineren einschließen, während beim Kegel die unteren größeren um die Hauptmasse der Erhöhung sich ziehen, die folgenden nach oben einen geringeren Umfang zeigen und schließlich nur die Kuppe noch umfassen werden (Figur 37).

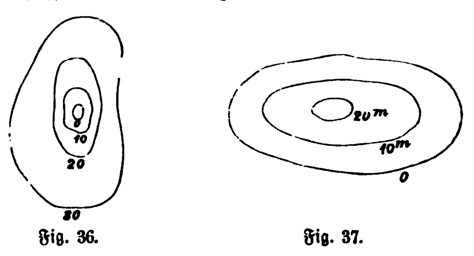


Fig. 36. Fig. 37.

d) Bei Berghängen mit stetigen Böschungen (Figur 38) wird der Abstand der Niveaucurven auch in horizontaler Richtung ein gleicher sein, bei Hängen mit wechselnden Böschungen werden auch die Curvenabstände dementsprechend wechseln, und zwar zeigen bei steilen Berghängen die Curven einen geringeren, bei flacheren einen größeren Abstand (Figur 39).

e) Bei konkaven Böschungen (Figur 40) wird ferner nach der Kuppe zu der Abstand der Curve ein engerer, bei konvexen ein

weiterer sein (Figur 41), bei einer in horizontaler Richtung geradlinig laufenden, stetigen Böschung werden auch die Curven geradlinig und parallel verlaufen, während bei einer in horizontaler Richtung geradlinigen, unstetigen Böschung die Curven geradlinig, aber nicht parallel sein werden. Dasselbe gilt für die krummlinigen, stetigen und unstetigen Böschungen.

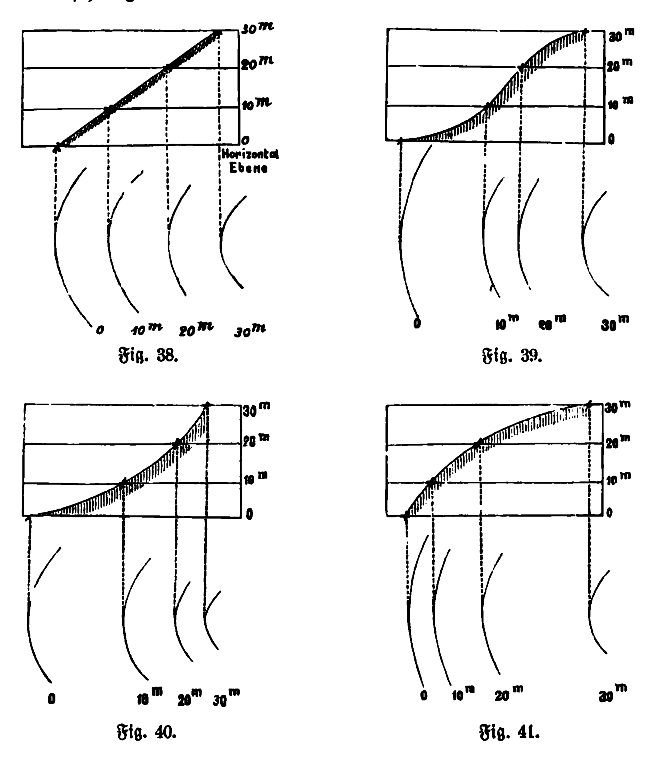


Fig. 38. Fig. 39.

Fig. 40. Fig. 41.

Die Vortheile, welche die mit Niveaucurven versehenen Forstkarten für die forstlichen Zwecke, namentlich für die Waldwegenetzlegung, Waldeintheilung, Hiebszugsführung u. s. w. gewähren, sind hauptsächlich folgende:

a) Die Höhenlage von den für das Wegesystem wichtigen Terrainpunkten oder Terrainstellen sind mit einer für die Wegenetzlegung genügenden Genauigkeit ohne Schwierigkeit und ohne Messungen im

Freien zu bestimmen, indem man die Anzahl der Curven addirt und mit dem gleichbleibenden Vertikalabstande multiplicirt.

b) Es ist das Gefällprocent (p) nach dem Abgreifen der Entfernung (L) und Ermittelung der Höhenunterschiede (h_u) vom Anfangs- und Endpunkte einer Wegerichtung durch die Proportion $100 : p = L : h_u$; $p = \frac{100\,h_u}{L}$ zu berechnen.

c) Es ist die Lage einer mit bestimmtem Gefäll abzusteckenden Wegerichtung mit Zirkel und Maßstab einzuzeichnen, indem man die Länge (L) zwischen zwei Schichten durch $L = \frac{100\,h_u}{p}$ ermittelt (h_u = Vertikalabstand der Curven und p = angenommenes Gefälleprocent), diese Länge auf dem Maßstabe der Karte abgreift und von Curve zu Curve überträgt. Man ist somit im Stande, von den für die Wegenetzlegung wichtig erscheinenden Terrainpunkten, von Weg-Anfangs- und Abgangspunkten aus, Weglinien mit verschiedenartigen Procentsätzen einzeichnen und verfolgen zu können, ohne irgend eine geometrische Operation im Walde weiter vorzunehmen. Es ist einleuchtend, daß diese Vortheile von besonderer Bedeutung werden, wenn die Construktion von Waldwegenetzen in größeren zusammenhängenden Waldkomplexen in Frage kommt, wobei es auf einen leichten Ueberblick über das ganze Waldgebiet mit den verschiedenartigsten Wegprojekten vorzugsweise ankommt.

Es ist der Entwurf der auf die Bodenkonfigurationen (Rücken, Thäler) sich mit stützenden Waldeintheilung ohne jegliche Messung einzuzeichnen und es ist der Oberbehörde ein Mittel sowohl zur Prüfung eines Wegenetzes, als auch der Waldeintheilung gegeben.

Was die Aufnahme dieser äquidistanten Niveaucurven im Allgemeinen anlangt, so sind so viele einzelne Punkte derselben zu bestimmen, daß durch deren Verbindung ein getreuer Ausdruck der Terrainformen erzielt wird. Die Gewinnung dieser Punkte kann auf unmittelbarem und mittelbarem Wege geschehen.

A. Die unmittelbare (direkte) Aufnahme-Methode.

Am nächsten liegt der Gedanke, die Punkte der Niveaucurven auf dem Terrain mittelst Nivellir-Instrumente wirklich abzustecken,

ihre Lage mit geeigneten Meßinstrumenten geometrisch aufzunehmen und die correspondirenden Curvenpunkte auf der Karte mit einander zu verbinden. Es wird zu dem Ende ein Nivellement entweder auf vorhandenen, auf der Karte bereits bezeichneten Hauptterrainlinien (Eintheilungsgrenzen) oder auf abzusteckenden, zu einer Schleife zu verbindenden Terrainlinien vorgenommen, wodurch die Höhen von einer hinreichenden Anzahl von Haupt-Terrainpunkten gewonnen werden. Liegt beispielsweise in Figur 42 der Terrainpunkt des abgesteckten und nivellirten Zuges Nr. 1 6,5 m und Nr. 2 14,5 m hoch und sollen Curvenpunkte von 10 m Höhe aufgesucht werden, so würde die Aufstellung des Libellen-Niveaus oberhalb Nr. 1 erfolgen müssen. Ergiebt nun die Ablesung an der in Nr. 1 aufgestellten Nivellirlatte 5,1 m, so würde die Visirlinie die Höhe 6,5 + 5,1 = 11,6 m über dem angenommenen Horizonte haben. Durch eine Versetzung der Latte von Nr. 1 nach aufwärts, bis die Ablesung 1,6 m erhalten wird, ist ein Terrainpunkt von 6,5 + 3,5 = 10 m Höhe gewonnen. Von demselben Standpunkte sind nun thunlichst viele solcher Terrain- resp. Curvenpunkte von 10 m durch Auf- und Abwärtsgehen mit der Latte im Terrain aufzusuchen, durch Pfähle zu bezeichnen und zu beziffern. Ist ein Wechsel des Instrumentenstandpunktes, eine zweite Aufstellung nöthig, so betrachtet man den vorhergehenden Punkt als Fixpunkt und verfährt mit der Aufsuchung weiterer Curvenpunkte wie vorher.

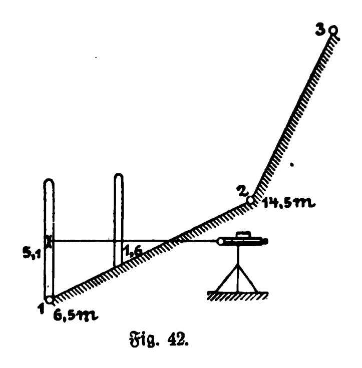


Fig. 42.

Die geometrische Aufnahme der so erhaltenen Punkte geschieht je nach den Terrainverhältnissen und nach der Anzahl der auf der Karte vorhandener Terrainlinien, entweder mit Stahlmeßband, Winkelprisma oder mit Bussole und distancemessendem Fernrohre*).

*) Anstatt des Libellenniveaus würde man auch mit dem Pendelinstrumente (Bose) die Horizontalen abstecken können.

Dieses Vermessungsverfahren dürfte aber nur statthaft sein, wenn es sich um die Aufnahme weniger Curven auf übersichtlichem, flacherem Terrain handelt, wenn insbesondere von einem einzelnen Punkte aus eine große Terrainstrecke zu übersehen ist, eine Anzahl von Punkten auf gleicher Höhe mit Leichtigkeit sich festlegen lassen und wenn damit die Herstellung des Situationsplanes (durch Anwendung des Meßtisches) verbunden werden kann. An anderen Oertlichkeiten, namentlich in ausgedehnten Waldkomplexen, sind die vorhin angeführten Draußenarbeiten — Absteckung und Nivellement von Terrainlinien, Aufstellung des Meßinstruments zur Gewinnung der Curvenpunkte, Verpfählen und Numeriren und schließlich geometrische Aufnahme derselben — so mühsam und zeitraubend, daß ihre Anwendung sehr fraglich erscheint. Hier wird die zweite, die indirekte Aufnahmemethode, nur in Frage kommen.

B. Die indirekte (mittelbare) Aufnahme-Methode.

Dieselbe besteht der Hauptsache nach darin, daß zunächst eine Anzahl von charakteristischen Terrainpunkten aufgesucht, nach Lage und Erhebung bestimmt und sodann aus den ermittelten Höhen dieser Punkte ideelle Höhenkurven durch Interpolation bestimmt werden. Die zu dem Zwecke vorzunehmenden geodätischen Arbeiten reihen sich zweckmäßig mit Beachtung folgender Grundsätze und Gesichtspunkte in folgender Weise aneinander:

1. Aufsuchen und Festlegen von Terrainmeßzügen und Meßpunkten.

Den Terrainmeßzügen ist eine solche Richtung zu geben, daß durch diese das Skelett der Terrain-Reliefgestaltung, der Zusammenhang und die Ausdehnung der Terrainformen bezeichnet wird. Hauptwasserscheiden, Hauptthalzüge, Umfangsgrenzen, scharfe Bergrücken u. s. w. kommen zunächst in Frage. Hieran reihen sich Wasserrisse, Bergkanten, Mulden, schluchtenähnliche Gräben, während enge tiefe Gräben, schmale Wasserläufe, überhaupt weniger wichtige Terrainlinien, welche auf die Terrainbildung und spätere Weganlage ohne Einfluß sind, unberücksichtigt bleiben. Landesdreiecks- und Präcisions-Nivellementspunkte an den Chausseen werden mit diesen Meß-

zügen in Verbindung gebracht. Ebenso sucht man im Interesse des Zeit- und Kostenaufwandes Communikationswege, die Grenzen der Wirthschaftsfiguren als solche Terrain-Netzlinien mit zu verwenden.

Beim Festlegen der Terrainpunkte (Meßpunkte) sind nicht nur die allgemeinen Regeln: Sichtbarsein der Absteckstäbe auf den benachbarten Meßpunkten, lange Stationslinien, kein schroffer Wechsel in Bezug auf die Längenausdehnung derselben zu berücksichtigen, sondern es ist auch das Augenmerk darauf zu richten, daß durch die Lage der Terrainpunkte jede wesentliche Aenderung in der Ausformung des Terrains — Terrainbrüche — bezeichnet wird und womöglich zwischen je zwei Terrainpunkten eine gleiche Neigung vorhanden ist, damit die aus den Höhen dieser Terrainpunkte zu konstruirenden Niveaukurven ein getreues Bild von der Oberflächengestaltung des Terrains abgeben. Nicht auszuschließen sind von der Terrainaufnahme solche Terrainstellen, welche, ohne die Terrainausformung speciell zu berühren, auf die Lage, den Ausbau eines Weges von Einfluß sein können, so beispielsweise Felspartien, Brücher, Sümpfe, Steinbrüche u. s. w. Die richtige Bestimmung dieser Terrainzüge und Terrainpunkte ist für den Werth der Arbeit von der größten Wichtigkeit. Sie ist mehr oder weniger die Hauptsache der ganzen Terrainaufnahme. Ebensowenig wie man auf gleichmäßigem mehr übersichtlichem Terrain zu kleinlich verfahren darf, ebensowenig ist in einem sehr coupirten Terrain die oberflächliche Aufnahme einer ungenügenden Anzahl von Terrainzügen und Terrainpunkten zuläſſig. Ihre Zahl ist lediglich abhängig von den Terrainformen und so zu bemessen, daß letztere durch die aufgenommenen Punkte hinreichend charakterisirt sind und die ideellen aus der Höhe zu konstruirenden Horizontalkurven den wahren so nahe liegen, als es das praktische Bedürfniß erfordert. Bei sehr wechselnden Terrainverhältnissen, wie in den Oberförstereien Freienwalde, Mühlenbeck sind pro ha 4 Punkte nothwendig geworden.

Eine örtliche dauerhafte Sicherung dieser Terrainpunkte ist auf denjenigen Terrainlinien vorzunehmen, welche künftig zur Begrenzung der Wirthschaftsfiguren benutzt werden sollen oder zum Anschluß später auszuführender Messungen dienen können. Bei fehlendem Steinmaterial sind Erdhügel mit Stichgräben dazu zu verwenden.

2. Ermittelung der horizontalen und vertikalen Lage der Terrainpunkte.

Die Bestimmung der horizontalen und vertikalen Lage von Terrainpunkten kann je nach den Terrainverhältnissen, nach dem beabsichtigten Genauigkeitsgrade und nach der Beschaffenheit der Specialkarten mit verschiedenen Instrumenten ausgeführt werden. Nach unseren Erfahrungen kann man folgende Fälle unterscheiden und dabei nachstehende Instrumente verwenden:

a) Die Bodenkonfiguration ist sehr mannigfaltig und die vorhandenen Karten enthalten nur wenige Anknüpfungslinien.

Treten die Terrainformen sehr mannigfaltig zu Tage, wechseln größere und kleinere Thalzüge, Hügel, Kuppen, Kessel innerhalb des Eintheilungsnetzes auf kleineren Flächen mit einander, wie es auf dem Tertiärgebiete in der hiesigen Gegend (Freienwalde) der Fall ist, und geben die Karten nur die Lage der Eigenthumsgrenzen und Gestelllinien (Schneisen) einiger wichtiger Thallinien und Holzabfuhrwege an, so ist neben der Vertikalaufnahme die Horizontalmessung in umfangreicher Weise auszuführen, um eine geometrisch genaue Terraindarstellung in die Specialkarten einzeichnen zu können. Unter solchen Verhältnissen wird man am genauesten und raschesten zum Ziele gelangen, wenn nach Bestimmung einiger Höhen-Fixpunkte an den Umfangsgrenzen und an wichtigen Terrainstellen im Innern des Waldes geodätische Instrumente zur Anwendung kommen, welche die horizontale und vertikale Lage der charakteristischen Terrainpunkte ohne mühsame Rechnung bestimmen. Nach dieser Richtung hin hat sich das vom Mechanikus Fennel in Cassel konstruirte Tacheometer mit Projektionsapparat vorzüglich bewährt. Es ist ein Instrument, welches mittelst eines distancemessenden Fernrohres und Distancelatte zunächst die geneigte Visierlinie, sodann durch einen Projectionsapparat (rechtwinkliges Dreieck) die horizontale Entfernung und die senkrechte Höhe direkt ohne jede trigonometrische Rechnung und endlich mit Hilfe einer Bussole oder eines Limbus mit Nonius die magnetischen Azimute bezw. Horizontalwinkel angiebt. Genügende Resultate wird man für die meisten Verhältnisse auch erhalten, wenn die Bussole mit Höhenkreis und

distancemessendem Fernrohre verwendet wird. Es wird sich dann aber empfehlen, bei der trigonometrischen Höhenberechnung Tangententafeln zu benutzen. — Den Meßtisch zu diesen Aufnahmen zu benutzen, wie von manchen Seiten empfohlen wird, ist nach unseren Erfahrungen nicht räthlich. Es bleibt die Leistungsfähigkeit dieses Instruments im Walde bei weitem zurück gegen Tacheometer und selbst Bussole mit Höhenkreis und distancemessendem Fernrohre, da Polar- und Basismethode fast nie im bedeckten Terrain zur Anwendung kommen und die Polygonalmethode mit dem Meßtische zu viel Zeit erfordert und auch dem Anfänger die gleichzeitige Centrirung und Orientirung des Instruments viel Mühe macht.

b) Die Bodenkonfiguration ist im Großen und Ganzen gleichmäßig ausgeprägt und die Karten enthalten viele Anknüpfungslinien und Punkte.

Beim Vorhandensein von Specialkarten mit zahlreichen Anknüpfungslinien und Punkten und bei mehr oder weniger gleichmäßig ausgeprägten Terrainverhältnissen bildet die Vertikalaufnahme bei den Ergänzungsmessungen die Hauptsache und die Horizontalmessung tritt in den Hintergrund. In solchen Fällen wird man nach Herstellung eines sicheren Rahmens für die Höhenaufnahme, beispielsweise durch Nivellement mit Hilfe von Libellen-Instrumenten entlang den Umfangsgrenzen und auf passend gewählten Terrainlinien in der Längen- und Querrichtung des Waldes die Höhenmessung im Innern des Waldes je nach den Terrainverhältnissen, im Berglande und Gebirge mittelst Aneroidbarometer und im hügeligen, wellenförmigen Terrain mit Benutzung des Universal-Spiegeldiopters von Tesdorpf und die unbedeutenden Horizontalmessungen mit Hilfe von Stahlmeßband mit Gradbogen- und Bussoleneinrichtung mit dem geringsten Zeit- und Kostenaufwande bewerkstelligen können.

Was die Verwendung des Aneroidbarometers anbetrifft, so erzielt man mit demselben genügende Resultate, wenn man auf die richtige, bei der Aufnahme vorzunehmende Bestimmung des Luftdruckes, der Temperatur im Innern des Instruments und der äußeren Luft sein Hauptaugenmerk lenkt und dabei Folgendes beachtet:

Die Aneroide sind äußerst sorgfältig zu behandeln; gegen Stöße und Temperaturveränderungen thunlichst zu schützen, damit die innere

Temperatur des Instruments möglichst konstant bleibt und richtig durch das innere Thermometer angezeigt wird. Es empfiehlt sich daher, die Aneroide stets in einer die Wärme schlecht leitenden Umhüllung zu transportiren und niemals frei am Ringe zu tragen, auch die Instrumente Nachts in einem Raume aufzubewahren, dessen Temperatur nicht erheblich von der Tagestemperatur abweicht. Schon eine um 1° C unrichtig angegebene innere Temperatur bringt Fehler bis zu 2 m in die Höhenbestimmung. Beim Ablesen ist das Instrument horizontal zu halten, weil nur in dieser Lage die im Innern angebrachten Gegengewichte und Federn richtig wirken. Vor dem Ablesen muß man leicht auf den Glasdeckel klopfen, um die Trägheit des Zeigers und des inneren Mechanismus zu überwinden.

Bei Höhenunterschieden bis zu 250 m ist die Messung der äußeren Lufttemperatur an einem Stationspunkte ausreichend, dahingegen bei bedeutenderen Höhendifferenzen die Bestimmung der äußeren Temperatur am oberen und unteren Punkte nothwendig und das arithmetische Mittel dieser beiden Temperaturen der weiteren Berechnung zu Grunde zu legen. Zur Ermittelung der äußeren Lufttemperatur des Thermometers wird empfohlen, das letztere an einen Faden zu binden und etwa eine halbe Minute lang zu schwingen; der dabei meist stark gesunkene Thermometerstand soll die wahre Lufttemperatur anzeigen.

Windstille Tage mit bedecktem Himmel eignen sich zu den Beobachtungen am Aneroid am besten. Als Höhenmessungs-Methoden mit dem Aneroid können in Frage kommen:

1. die Methode durch Einschaltung (Interpolation) ohne Anwendung der Barometerformel.

Bei dieser Methode ist nur ein Aneroidbarometer und ein Beobachter nöthig. Man geht von einem bereits festgelegten Höhenpunkt, beispielsweise von A aus, begeht die aufzunehmenden Terrainpunkte und schließt die Beobachtung an einem zweiten gegebenen Höhenpunkte (B) ab. Auf jedem Punkte wird der Luftdruck am Aneroid und die Instrumententemperatur abgelesen. Nachdem sämmtliche Ablesungen auf 0° reducirt sind, werden die barometrischen Differenzen zwischen den beiden Festpunkten A und B und zwischen A und den Zwischenpunkten a, b, c gebildet. Aus der barometrischen

Differenz zwischen A und B und dem Höhenunterschiede dieser Punkte läßt sich der 1 mm Barometerdifferenz entsprechende Höhenunterschied berechnen und werden hieraus die relativen und absoluten Höhen der Zwischenpunkte hergeleitet. Dabei wird vorausgesetzt, daß während der Zeit der Beobachtung keine Luftdruckschwankungen vorgekommen sind; um letzteres zu prüfen und event. zu berücksichtigen, empfiehlt es sich, auf den Ausgangspunkt A wieder zurückzukehren, dabei zur Controle die gleichen Zwischenpunkte wieder zu beobachten und eine Luftdrucksänderung proportional der Zeit zu vertheilen. Unter allen Umständen ist zu beachten, daß ein solcher Barometerzug nicht zu lang, besonders in Bezug auf die Zeit — höchstens 1 Stunde — ausgedehnt und, wenn irgend möglich, mehr als zwei Punkte zum Anbinden verwandt werden.

Die Methode gewährt wesentliche Ersparniß an Zeit und ist im Walde, namentlich in Württemberg, in Verbindung mit Bussolenzügen mit sehr gutem Erfolge zur Anwendung gekommen. Häufige Anschlüsse an Festpunkte sind aber unerläßlich. Bei Höhenunterschieden von nicht über 300 m hat man einen mittleren Fehler von 1—2 m erhalten.

Beispiel zur Interpolation.

Bekannt die Höhe des Punktes A = 424,6 m über N. N.
und B = 528,4 m " "

Es sind einzuschalten die Punkte a, b und c.

Stations-Nummer.	Zeit.	Ablesung.	Instrumenten-Temperatur.	Temperatur-Correktion.	Reducirt auf 0°	Barometer-Differenz.	Höhen-Differenz.	Höhen über N. N.
A	10^h 20′	729,5	+ 15° C.	— 1,4	728,1	0	0	424,6
a	10^h 45′	726,2	+ 16° C.	— 1,5	724,7	3,4	36,0	460,6
b	10^h 58′	724,8	+ 18° C.	— 1,7	723,1	5,0	53,0	477,6
c	11^h 20′	722,7	+ 20° C.	— 1,9	720,8	7,3	77,3	501,9
B	11^h 30′	720,3	+ 21° C.	— 2	718,3	9,8	103,8	528,4

Die barometrische Differenz zwischen Punkt A und B beträgt 9,8 Aneroidtheile, die Höhendifferenz = 103,8 m, folglich ist der Werth

eines Aneroidtheiles $\frac{103,8}{9,8} = 10,59$ m. Werden die barometrischen Differenzen mit dieser Zahl multiplicirt, so erhält man die Höhendifferenzen.

2. **Die Methode mit korrespondirenden Beobachtungen unter Anwendung der Barometerformel.**

Es gehören hierzu zwei Beobachter und zwei Barometer und es ist außerdem die Festlegung von Anschluß-Höhenpunkten erwünscht, die Höhe des Ausgangspunktes (des Standbarometers) genügt.

Der Vorgang beim Messen ist folgender:

Das **Standbarometer**, ein Aneroid- oder auch Quecksilberbarometer, wird an einem Stationspunkte beobachtet, welcher am besten in der mittleren Höhe der aufzunehmenden Terrainpunkte, von diesen höchstens 10—20 km entfernt und durch erhebliche Höhenzüge davon nicht getrennt liegt. Der Beobachter hat alle $^1/_4$ oder $^1/_2$ Stunden die Ablesungen im Manuale genau zu verzeichnen und auch von Zeit zu Zeit die Lufttemperatur zu messen.

Bei Beginn der Messungen werden beide Barometer, sowie die Uhren der Beobachter verglichen und die Ablesungen am Aneroid auf 0^0 und auf das Normalquecksilberbarometer reducirt. Hierauf geht der Beobachter mit dem Wanderbarometer zu einem der Höhe nach bekannten Ausgangspunkt, — wenn die Station des Standbarometers hierzu nicht geeignet ist — wartet etwa $^1/_4$ Stunde, notirt alsdann die Ablesung, Zeit, innere und äußere Temperatur und nimmt die weiteren Punkte im Terrain ebenso auf. Nach der Tagesarbeit wird das Wanderbarometer wieder mit dem Standbarometer verglichen und die Ablesungen auf 0^0 reducirt; zeigt sich, daß die Abweichung des reducirten Barometerstandes eines Wanderbarometers von demjenigen des Standbarometers nicht dieselbe ist, wie am Morgen, so wird die Differenz dieser kleineren Abweichungen der seit der ersten Vergleichung verflossenen Zeit proportional bei allen beobachteten Punkten in Rechnung gebracht. Treten aber größere Differenzen auf, so sind Nachmessungen erforderlich.

Die Berechnung der Höhenlage der aufgenommenen Terrainpunkte geschieht nun so, daß man zunächst alle Ablesungen (auch die

des Standbarometers) auf 0° und das Quecksilberbarometer reducirt, alle mit einem und demselben Wanderbarometer angestellten Beobachtungen auf den im Ausgangspunkte ermittelten, reducirten Stand dieses selben Barometers bezieht und für jede einzelne Ablesung die Luftdruckschwankung berücksichtigt, die bei der betr. Zeit aus dem Standbarometer-Manual zu entnehmen ist. Die Berechnung der Höhenunterschiede selbst geschieht entweder nach der Barometerformel

$$h_u = 18382 \log \frac{B_0}{B'_0} \left(1 + \frac{t + t'}{500}\right)$$

oder am zweckmäßigsten nach den von Jordan, Schoder aufgestellten barometrischen Tabellen.*)

Beispiel: Das Standbarometer ist ein Quecksilberbarometer, das Wanderbarometer ein Aneroid mit der Reductionsformel

$$B_0 = b - 0{,}085\ t - 2{,}12 + 0{,}012\ (760 - b).$$

Die Ablesungen des Wanderbarometers auf der Hauptstation und auf zwei weiteren Terrainpunkten, sowie die gleichzeitigen Ablesungen des Standbarometers und die daraus abgeleiteten Reductionen sind in folgenden Tabellen enthalten.

Wander-Barometer.

Stationsnummer.	Zeit.	Ablesung (b) mm	Instrument-Temperatur.	Luft-Temperatur.	Temperatur-Correction.	Theil-Correction.	Gesammt-Correction.	Reduct. Barometer. mm
Hauptstation A	8h Vm.	724,6	15,3	12,6	— 1,30	+ 0,42	— 3,00	721,6
1	8h 30'	711,3	17,2	18,4	— 1,46	+ 0,59	— 2,99	708,3
2	9h 20'	706,5	17,9	19,2	— 1,52	+ 0,65	— 2,99	703,5

*) Jordan, Barometrische Höhentafeln, Stuttgart 1886; Schoder, Hilfstafeln zur barometrischen Höhenmessung, Stuttgart 1879.

Stand-Barometer.

Zeit.	Ablesung (B)	Instrumenten-Temperatur. t	Luft-Temperatur. t	Reducirt auf 0_0 (B_0)	Aenderung.
8h Vm.	723,3	14,9	12,6	721,6	—
8h 30'	723,1	15,3	16,0	721,3	— 0,3
9h 20'	722,5	15,8	17,2	720,7	— 0,9

Mit Berücksichtigung der durch das Standbarometer bestimmten Luftdruckschwankungen sind die reducirten Ablesungen des Wanderbarometers folgende:

Auf der Hauptstation (A) = 721,6 mm, auf Stationspunkt 1 = 708,3 + 0,3 = 708,6 mm; auf Stationspunkt 2 = 703,5 + 0,9 = 704,4 mm. Ist nun beispielsweise die Höhe des Hauptpunktes A = 620,3 m, so hat zur Berechnung des Höhenunterschiedes zwischen A und 1

$$B_0 = 721{,}6\,\text{mm};\ t = 16{,}0$$
$$B'_0 = 708{,}6\,\text{mm};\ t' = 18{,}4$$
$$\frac{B_0 + B'_0}{2} = 715{,}1\,\text{mm};\ \frac{t + t'}{2} = 17{,}2$$
$$B_0 - B'_0 = 13{,}0\,\text{mm}.$$

Da nun nach der Tabelle der Höhenunterschied für 1 mm Barometer 11,88 m entspricht, so würden auf 13,0 mm = 154,4 m kommen, mithin für die Höhe von Stationspunkt 1 = 620,3 m — 154,4 m = 465,9 m. Zur Berechnung des Höhenunterschiedes zwischen 1 und 2 hat man

$$B'_0 = 708{,}6\,\text{mm};\ t' = 17{,}2$$
$$B''_0 = 704{,}4\,\text{mm};\ t'' = 19{,}2$$
$$\frac{B'_0 + B''_0}{2} = 706{,}5\,\text{mm};\ \frac{t' + t''}{2} = 18{,}2$$
$$B'_0 - B''_0 = 4{,}2\,\text{m}.$$

Nach der Tabelle*) kommt hier ein Höhenunterschied von 12,07 m auf 1 mm Barometer, also für 4,2 mm Barometer = 50,6 m und somit die Höhe von Punkt 2 = 620,3 + 50,6 = 670,9 m.**)

Die Genauigkeit barometrischer Höhenmessungen hängt wesentlich ab von der Sorgfalt und dem Verständniß des auszuführenden Geometers. Bei Höhenunterschieden von nicht über 300 m kann man den mittleren Fehler zu 1,5—2 m annehmen.

Im wellenförmigen und hügeligen Terrain ist anstatt

---

*) Tabelle der Höhenunterschiede in Metern für 1 mm Barometerhöhe. (Nach Jelineck.)

Mittlerer Barometerstand $\frac{B'+B''}{2}$			Mittlere Temperatur $\frac{t'+t''}{2}$								Bemerkungen.
	—10°	— 5°	0°	5°	10°	15°	20°	25°	30°	35°C.	
500	15,4	15,7	16,0	16,3	16,6	17,0	17,3	17,6	17,9	18,2	
520	14,8	15,1	15,4	15,7	16,0	16,3	16,6	16,9	17,2	17,5	
540	14,2	14,5	14,8	15,1	15,4	15,7	16,0	16,3	16,6	16,9	
560	13,6	13,9	14,3	14,6	14,9	15,1	15,4	15,7	16,0	16,3	
580	13,2	13,5	13,8	14,1	14,3	14,6	14,9	15,2	15,4	15,7	
600	12,8	13,1	13,3	13,6	13,8	14,1	14,3	14,5	14,8	15,0	
620	12,4	12,7	12,9	13,1	13,4	13,6	13,8	14,1	14,3	14,5	
640	12,0	12,3	12,5	12,7	12,9	13,2	13,4	13,6	13,9	14,1	
660	11,7	11,9	12,1	12,3	12,6	12,8	13,0	13,2	13,4	13,6	
680	11,3	11,5	11,8	12,0	12,2	12,4	12,6	12,8	13,0	13,3	
700	11,0	11,2	11,4	11,6	11,8	12,0	12,2	12,5	12,7	12,9	
720	10,7	10,9	11,1	11,3	11,5	11,7	11,9	12,1	12,3	12,5	
740	10,4	10,6	10,8	11,0	11,2	11,4	11,6	11,8	12,0	12,2	
760	10,1	10,3	10,5	10,7	10,9	11,1	11,3	11,5	11,7	11,9	

In dieser Tabelle sind die einem Millimeter Barometer-Differenz entsprechenden Höhenunterschiede für mittlere Barometerstände von 500—760 mm und mittlere Temperaturen von 10°—35° C. zusammengestellt. Sie gelten für Quecksilberbarometerstände und können auf die Metallbarometer angewendet werden, wenn man die Ablesungen an denselben reducirt, d. h. die ihnen entsprechenden Quecksilberbarometerstände für 0° C. bestimmt.

Aus den Zahlen der Tabelle werden die Höhenunterschiede durch Multiplication mit der Barometerdifferenz der beiden Orte erhalten.

**) Siehe Schlebach.

des Barometers das Nivellir-Instrument (Spiegeldiopter) von Tesdorpf zu verwenden. Dessen rasche Horizontirung und Benutzung der Gefällprocentscala macht die Ermittelung der Höhenunterschiede sehr leicht und liefert vollständig genügende Resultate (pro km ca. 20—30 cm).

3. Eintragen der Terrainpunkte nach ihrer Lage mit Angabe ihrer Höhen in die vorhandene Specialkarte und Construction der Horizontalkurven.

Zum Eintragen der Terrainpunkte in die Karte kann man sich entweder der zu berechnenden Coordinaten bedienen und verfahren, wie auf Seite 63 angegeben, oder man benutzt einen Transporteur.

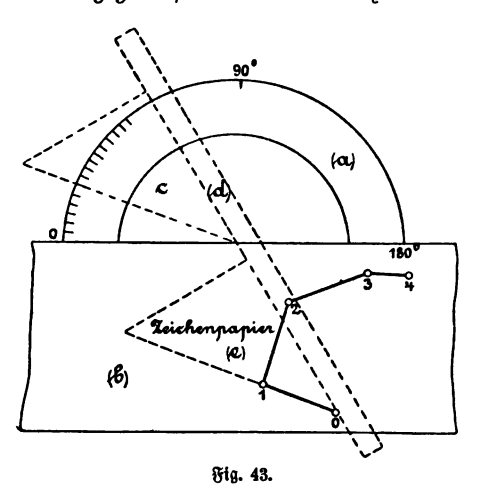


Fig. 43.

Den letzteren Weg kann man wählen, wenn die auf den Specialkarten in hinreichender Zahl vorhandenen Anknüpfungspunkte und Linien einen sicheren Rahmen für das Einzeichnen der Terrainpunkte abgeben. Man verfährt alsdann in folgender Weise: Ein mit Sorgfalt auf gutem Zeichenpapier angefertigter Transporteur, dessen Durchmesser etwa 30 cm beträgt und dessen Theilung der Bussolentheilung entspricht, wird an einem Stück Zeichenpapier von angemessener Größe befestigt, so daß Transporteur und Papier während des Auftragens sich nicht verschieben können. Stellt beispielsweise in Fig. 43 a den Transporteur, b das Zeichenpapier, c ein Dreieck zum Abschieben, d ein angelegtes Lineal, e ein herabgeschobenes Dreieck dar, und

sollen die Terrainpunkte 1, 2, 3 mit den Azimutalwinkeln 1—0 = 23° 40′; 1—2 = 100° 20′; 3—2 = 130° 20′ und mit den Entfernungen 70,0, 86,0, 96,0 m aufgetragen werden, so ist ein gutes rechtwinkliges Dreieck mit seiner Hypothenusenseite an den Mittelpunkt und Theilstrich des Transporteurs für 23° 40′ zu legen und diese Linie auf das Zeichenpapier zu übertragen. Reicht hierzu das Dreieck nicht aus, so ist letzteres an einem fest angelegten Lineale genau in derselben Lage herabzuschieben (Fig. 44). Auf diese Bleilinie ist nun die Länge 0—1 mit 70 m im Maßstabe der Karte abzutragen und sind hier auch die Punkte 0 und 1 durch kleine Kreise zu bezeichnen. An den so gefundenen Punkt ist der Azimutalwinkel 1—2 = 100° 20′ zu schieben, die Länge von 1—2 mit 86 m abzutragen und so fort, bis der ganze Polygonzug gezeichnet ist. Hierauf erfolgt das Durchpausen des letzteren und das Auflegen der Pause auf die Specialkarte in der Weise, daß der eine Endpunkt des durchgepausten Zuges den korrespondirenden der Karte deckt; in diesen Punkt ist eine Nadel zu stecken und der aufgetragene Zug um dieselben zu drehen, bis der andere Endpunkt ebenfalls mit dem korrespondirenden der Karte übereinstimmt. Mit Hilfe der Copirnadel sind sodann die Polygonpunkte der Pause auf die Karte zu übertragen, mit ihren entsprechenden Nummern und Höhenzahlen zu versehen und schließlich die Verbindungslinien zwischen den Polygonpunkten zu ziehen. (Fig. 45.)

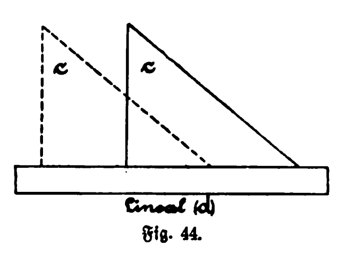
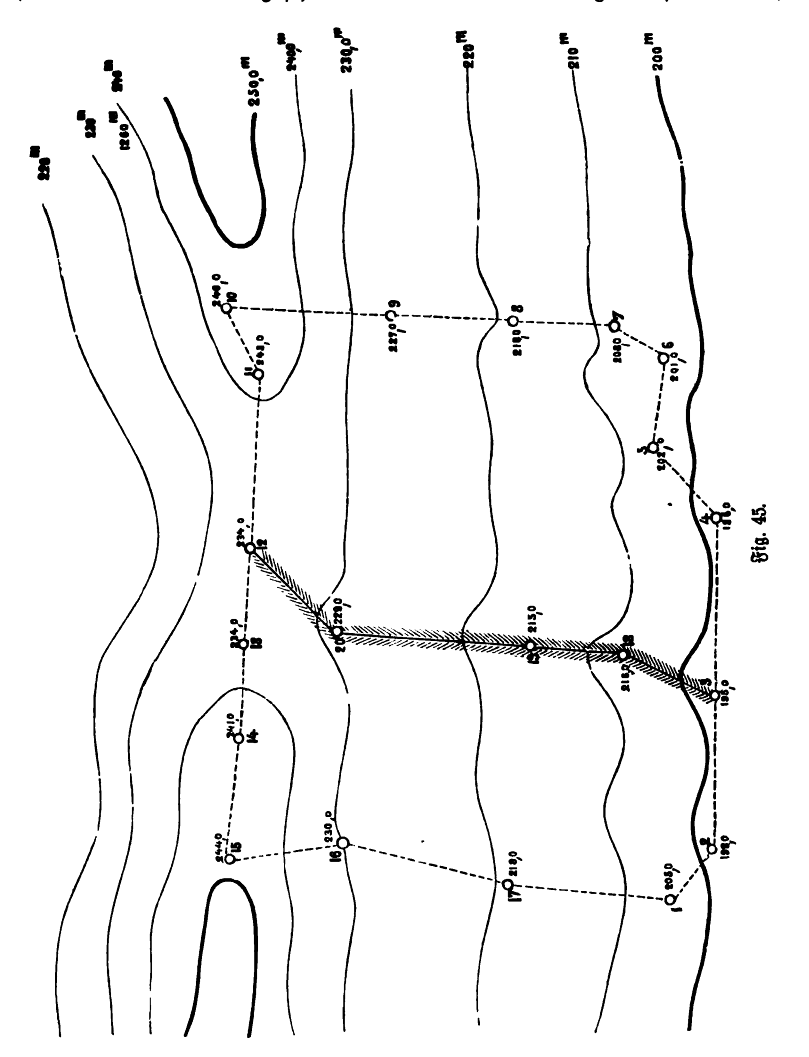


Fig. 44.

Die Höhenzahlen der Terrainpunkte stimmen in der Regel nicht mit den in gleichen Vertikalabständen liegenden Schnittpunkten der Horizontalcurven überein; es handelt sich bei Construction der letzteren nun zunächst um die Bestimmung derjenigen Punkte auf sämmtlichen aufgetragenen Polygonlinien, welche eine bestimmte gleiche, den Curven entsprechende Höhenlage anzeigen, der sog. Curvendurchschnitts- oder -Durchgangspunkte. Zuvor ist jedoch noch die Frage zu beantworten, welcher gleichbleibende Vertikalabstand ist den Curven zu geben? Derselbe wechselt je nach dem Terrain, Maßstab und ver-

langten Genauigkeitsgrade. In den meisten Staaten ist der Abstand der Curven vorgeschrieben. In Baden beträgt derselbe 6 m,


Fig. 45.

in Bayern bei den topographischen Aufnahmen 10 m; in Preußen bei der topographischen Landesaufnahme (1 : 25000) 20 m im sehr

steilen, 10 m im Terrain von 15—30° Neigung, 5 m im Flach- und Hügellande (5—15° Neigung) und im Terrain unter 5° Neigung 2,5—1,25 m. Für Forstkarten werden die Extreme zwischen 5 und 20 m liegen; im Flachlande wird der Curvenabstand auf 5, im Hügel- und Berglande auf 10 und im Gebirge auf 20 m festzusetzen sein.

Die Ermittelung der Curvendurchgangspunkte geschieht durch Interpolation und zwar

a) durch Benutzung der Formeln für ähnliche Dreiecke und zwar entweder durch nummerische Ausrechnung derselben oder durch graphische Bestimmung mit Hilfe von Diagrammen;

Ist nach Figur 46 beispielsweise der Curvendurchgangspunkt von 340 m zu bestimmen, so geschieht dieses durch die Gleichung

$$x = \frac{L . h_u}{H_u} = \frac{210 . 3,5}{13,0} = 56,5 \text{ m.}$$

Durch Auftragen dieser berechneten Länge vom Meßpunkt 1 auf die Stationslinie von 1—2 ist der Schnittpunkt ermittelt.

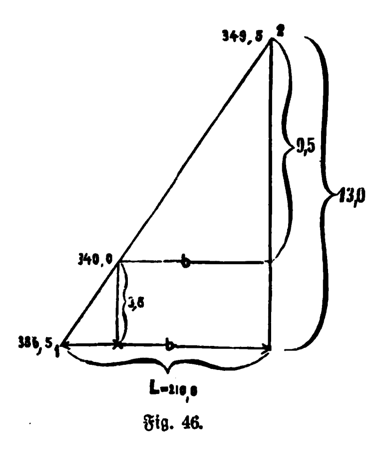


Fig. 46.

Die Diagramme haben die in der Figur 47 veranschaulichte Einrichtung. Zu einer beliebigen Geraden AB werden Senkrechte gezogen und auf der äußersten im Punkte A errichteten Normalen beliebige, aber gleiche Theile abgetragen. Die so erhaltenen und nummerirten Theilpunkte werden mit B durch gerade Linien verbunden und zur äußersten Senkrechten werden in beliebigen gleichen Abständen Parallele errichtet. Soll nun zwischen den beiden Punkten von 336,5 und 349,5 m Höhe (Figur 46) der Curvendurchgangspunkt von 340 m gefunden werden, so liegt dieser Punkt auf der Karte so zwischen den beiden Punkten, daß die Proportion giltig ist x : b = 3,5 : 9,5. Wird nun die Entfernung der beiden Punkte = 210 m in den Zirkel genommen und diese so in das Diagramm übertragen, daß der eine Zirkelschenkel senkrecht zu AB zwischen dem 3. und 4. Strahl bei

langter
stand

[illegible] zu AB zwischen dem 9. und 10. Strahl [illegible] die Kreuze m und n die entsprechenden Stellen [illegible] in anderem Falle bezeichnen, — so werden die Stücke [illegible] die Verhältnisse anzeigen, in welchen die Entfernung [illegible] Punkte — 210 m — durch die Linie AB getheilt wird. [illegible] diese Stücke mo und no in den Zirkel gefaßt, das [illegible] vom Punkte 1 aus nach 2, das letztere (no) von 2 aus [illegible] der Linie (1—2) abgetragen, so ist dadurch der Curven= [illegible] 1 [illegible] 340 m bestimmt. Am bequemsten geschieht die Interpolation,

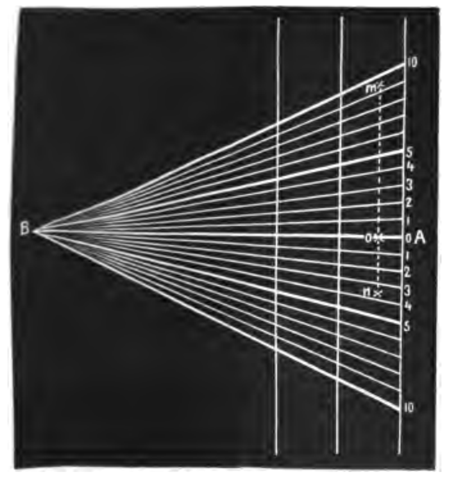


Fig. 47.

wenn man den Brouillonplan auf Pauspapier verfertigt und ihn auf das Diagramm legt. Man benutzt alsdann in der Weise die Pause auf dem Diagramm, daß die zwei gegebenen Terrainpunkte in eine gemeinschaftliche Parallele fallen, sodann verschiebt man dieselbe ohne Drehung so, daß man an einem von beiden Terrainpunkten die eigene Höhe auf den gemeinschaftlichen Parallelen an den Strahlenintervallen als Maßstab ablesen kann. Alsdann sind die Schnitte der Strahlen mit der durch beide Punkte gehenden Parallele die richtig interpolirenden Schnitte der Curven.

b) Durch Aufzeichnen von Profilen mittelst konstruir-

ter oder lithographirter Netze. Liegen in Figur 48 Terrainpunkte mit 4,5 und 15,5 m Höhe, so kann bekanntlich aus der horizontalen Entfernung und Höhe der Terrainpunkt des Profils nach 1 bis 2 konstruirt werden. Hierzu wird entweder ein Netz von horizontalen Linien mit gleichen Abständen von einzelnen vertikalen Linien gezeichnet — Figur 48 —, in welchem der Abstand der horizontalen Linien, der Höhenmaßstab, etwa gleich dem 5fachen Horizontalmaßstab ist oder lithographirte Netze (Millimeterpapier) benutzt, welche horizontale Linien mit gleichen Abständen enthalten. In dieses Netz

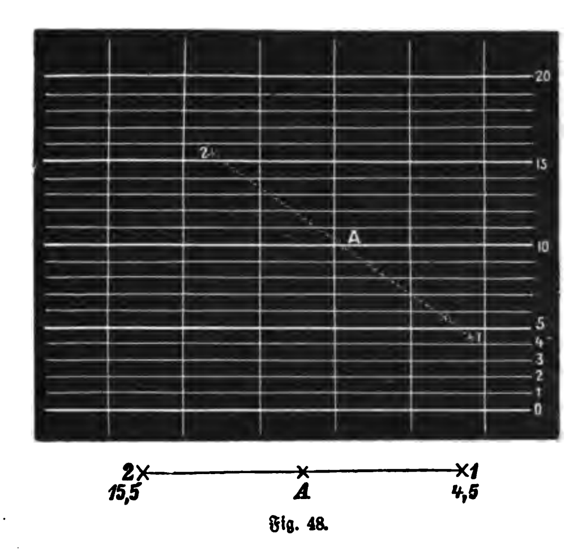


Fig. 48.

werden die aus der Karte entnommenen Terrainpunkte so eingetragen, daß ihre horizontalen Entfernungen und ihre Höhen auf die den letzteren entsprechenden Horizontallinien zur Anschauung kommen, wie die Figur darstellt. Durch die Verbindung der so eingetragenen Terrainpunkte mit einander werden Profile konstruirt, deren Schnittpunkte (A) mit den — runden Höhenzahlen entsprechenden — Niveaucurven die Curvendurchgangspunkte ergeben. Die Entfernung dieser Punkte bis zum betreffenden Polygonpunkte 1 oder 2 im Zirkel genommen, in die Polygonlinien der Karte übertragen, giebt den Curvendurchgangspunkt auf der letzteren. Auch hier empfiehlt es sich, das

Netz von horizontalen und einzelnen vertikalen Linien auf durchsichtiger Unterlage (Pauspapier, Pausleinwand) zu konstruiren, zur bequemeren Handhabung es in einen Rahmen zu spannen und dasselbe in folgender Weise zu verwenden:

Sei auf der Polygonlinie AB (Figur 49) der Curvendurchgangspunkt zu ermitteln, so ist der Rahmen mit dem durchsichtigen Netze so auf die Linie AB der Karte zu legen, daß AB von derjenigen Horizontalen des Netzes gedeckt wird, welche der absoluten Höhe des einen Endpunktes, beispielsweise A mit 5,0 Höhe entspricht. Hierauf ist in der Vertikalen des zweiten Punktes (B) soweit auf- oder abwärts zu gehen, bis die absolute Höhe des Punktes B (12,0) gefunden ist. Legt man nun ein Lineal an AC, so kann man mit Hülfe eines zweiten Lineals und einer Copirnadel die Projectionen aller Horizontalschnitte — hier bei 10,0 — mit Leichtigkeit auf der Linie AB durch Durchstechen bestimmen (D), wie Figur veranschaulicht.

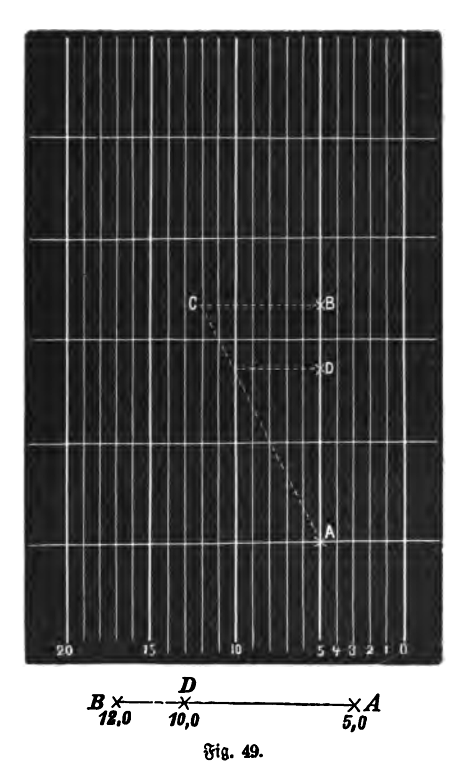


Fig. 49.

d) Was schließlich das am wenigsten genaueste Verfahren der Bestimmung der Curvendurchgangspunkte durch Schätzung anbetrifft, so ist hierzu eine gewisse Praxis und Uebung erforderlich, um befriedigende Resultate zu erlangen. Indem man beständig die Höhenzahlen der Terrainpunkte und deren Differenzen unter sich gegen die runden Curvenhöhen vergleicht, werden die Curvendurchgangspunkte nach dieser Vergleichung auf der Karte bezeichnet.

Nach dem Eintragen einer genügenden Anzahl von Curvendurchgangspunkten auf den Polygonlinien ergeben sich die Curven als Verbindungslinien der auf gleicher Höhe liegenden Curvendurchgangspunkte. Es ist empfehlenswerth, diese Linien zuerst mit Blei unter gleichzeitiger Beachtung der im Manuale gemachten Notizen über Ein- und Ausbuchtungen des Terrains zu skizziren, hierauf die Terrainabschnitte an Ort und Stelle zu vergleichen und soweit nöthig zu berichtigen und erst hiernach die Curven endgiltig mit Sepia auszuziehen. Hierbei ist es erwünscht, der Uebersichtlichkeit und leichten Lesbarkeit der Karte wegen, die je fünfte Curve durch stärkere, die zwischenliegenden durch feinere Linien und wichtige Terrainstellen (Bergrücken und Schluchten) durch Schraffirung oder Farbe zu markiren und die Höhenzahlen parallel den Curven an geeigneter Stelle beizuschreiben (Fig. 45).

Muß die Terraindarstellung durch Horizontalkurven der bedeutenden Kosten oder der parzellirten Lage und geringen Ausdehnung des Waldes wegen unterbleiben, so ist zur Gewinnung einer Basis für den Entwurf des Waldwegenetzes folgender Gang einzuschlagen, wie er von uns in einigen Revieren (Insel Rügen) benutzt wurde. Nach genauer Orientirung über die Terrain- und Absatzverhältnisse ist die Ermittelung der Haupthöhenunterschiede des Waldes — so von den Längs-Thälern, Umfangsgrenzen, Wasserscheidelinien u. s. w. — durch ein General-Nivellement (Schleifen-Nivellement) zu bewirken (Tesdorpf's Instrument). Die Nivellementszüge werden hierbei derart mit einander verbunden, daß die ermittelten Höhenunterschiede kontrolirt, auf einen gemeinschaftlichen Horizont (tiefsten Punkt des Reviers) bezogen und in die Karte mit Leichtigkeit eingetragen werden können. Die genaue Längenmessung dieser Nivellementszüge kann unterbleiben; zur Ermittelung des Gefällprozents für die abzusteckenden Waldwege ist es völlig ausreichend, die hierzu erforderlichen Entfernungen aus der Karte zu entnehmen.

III. Erhaltung und Fortführung des Vermessungswerkes.

Jede eintretende Flächenveränderung ist auf den Karten, im Grenzvermessungsregister genau zu berichtigen und in der General-Vermessungstabelle (Flächenregister) in Form einer Nachweisung der Flächen-Ab- und Zugang zu verzeichnen, damit bei den Taxationsrevisionen oder bei Neuaufstellung von Betriebsplänen eine völlige Uebereinstimmung der Karten und Vermessungsschriften unter sich, als auch mit dem faktischen Waldzustande vorhanden ist und der Flächeninhalt auf Grund der eingetragenen Veränderungen mit Leichtigkeit festgestellt werden kann. —

In Preußen ist in dieser Beziehung Folgendes beachtenswerth:

1. Die den Revierverwaltungen übergebenen Copien der Specialkarte (1:5000) sind alljährlich, den Veränderungen des Revierzustandes entsprechend, zu berichtigen. Diese Berichtigungen erstrecken sich

a) auf alle Veränderungen im Verlaufe der Grenzlinien, welche durch Kauf oder Verkauf, Tausch, Servitutabfindung oder aus irgend einer anderen Veranlassung eingetreten sind.

b) auf alle Veränderungen in der Vermalung der Grenze, wie solche beispielsweise in der Aufrichtung von Zwischen-Steinen oder Hügeln auf langen geraden Grenzlinien, von Aftergrenzmalen an unregelmäßig verlaufenden Grenzen bestehen können. Diese Veränderungen sind mit „karminrother" Farbe in den Karten zu verzeichnen. Hierbei ist darauf zu achten, daß die bisherigen Nummern der alten Grenzmale nur durch Beifügung von Buchstaben ergänzt werden.

c) auf die Veränderungen in der Benutzungsweise des Bodens, wie solche hervorgerufen werden durch die Aufforstung bisher dauernd landwirthschaftlich benutzter Flächen, oder durch Um-

wandlung von zur Holzzucht bestimmten Flächen in Acker oder Wiesen mit der Absicht, dieselben dauernd landwirthschaftlich zu benutzen, ferner durch Anlegung von Lehm- und Kiesgruben, Steinbrüchen, durch Entwässerung und Nutzbarmachung von Seen, Fennen, durch Anlegung neuer, Einziehung resp. Verlegung alter Communicationswege, Anlegung neuer resp. Verlegung oder Kassirung alter Hauptabzugs- und Entwässerungsgräben, Regulirung von Bach- und Flußläufen, Durchlegung neuer Gestelle.

Die Berichtigungen erfolgen mit grüner Farbe und sind wie die unter a und b angegebenen alsdann zu bewirken, sobald die Veränderungen zur definitiven Ausführung gelangt sind.

d) auf die Bestandesveränderungen durch Hauungen und Kulturen. Bei der jährlichen Einzeichnung der Hiebs- und Kulturflächen sind zu verzeichnen die Grenzen der Kahlschläge, der in Besamungsschlag gestellten Flächen, der zum Behufe einer Kultur hergestellten Schutzschläge und der regelmäßigen Schlagflächen in den Mittel- und Niederwaldungen, soweit die Grenzen derselben nicht etwa mit den auf den Karten schon verzeichneten Grenzen der Schläge zusammenfallen. Bezüglich der Kulturflächen sind die Grenzen der Kulturen auf Blößen und Kahlschlägen, der Neukulturen in Schirmschlägen, sowie derjenigen Kulturen in Mittel- und Niederwaldungen zu verzeichnen, welche eine Umwandlung der Betriebsart zur Folge haben. Die Grenzen von Neukulturen auf unbesamt gebliebenen Stellen der Verjüngungsschläge sind nur dann einzuzeichnen, wenn dadurch die Bildung besonderer Bestandesabtheilungen herbeigeführt wird.

Die Hiebsgrenzen sind mit einer blaßgrün punktirten, die Kulturgrenzen mit einer blaßgrün gestrichelten Linie und soweit die Grenzen der Hiebs- und Kulturflächen zusammenfallen, die gemeinsamen Grenzen mit einer abwechselnd blaßgrün punktirten und gestrichelten Linie in die Karte einzuzeichnen. Das Wirthschaftsjahr, in welchem Hieb und Kultur erfolgt sind, ist in die bezügliche Fläche mit grüner Farbe einzutragen. Veränderungen von Bestandesabtheilungen sind grün ohne Angabe der Jahreszahl zu zeichnen. Ungiltig gewordene Bestandesabtheilungen sind grün zu durchstreichen. Getheilte Abtheilungen erhalten Indices. Veränderungen von Gestellen und Wegen sind roth, neue Wege und Gestelle aber grün

Abschnitt A.

Laufende Nummer.	Zahl der Exemplare.	Beschreibung der Karten, Vermessungs- und Abschätzungs-Sachen.
1.	1.	Original des Vermessungs- und Abschätzungswerks der Oberförsterei Eberswalde vom 1. October 1879, einschließlich des Schutzbezirks Tiefensee.

Abschnitt B. Verzeichniß der ein-

Laufende Nr.	Datum der anordnenden Verfügung.	J.-Nr. der anordnenden Verfügung.	Gegenstand und Ort der beabsichtigten Flächen-Veränderungen.	Bemerkung über die Ausführung.

Karten-Verzeichniß.

Angabe der Behörde, bei welcher die Inventarisirung bewirkt ist und die Aufbewahrung erfolgt.		Abgang			Bemerkungen.
Behörde.	Bezeichnung in deren Inventarium	Zahl der Exemplare.	der anordnenden Verfügung Nummer.	der anordnenden Verfügung Datum.	
Oberförsterei.	A. II. 21.				Reg.-Verf. v. 24. II. 85 III. F. 1508. 2.

geleiteten Flächen-Veränderungen.

Laufende Nr.	Datum der anordnenden Verfügung.	J.-Nr. der anordnenden Verfügung.	Gegenstand und Ort der beabsichtigten Flächen-Veränderungen.	Bemerkung über die Ausführung.

Abschnitt C. Verzeichniß des Flächen-Inhalts und der eingetretenen

Laufende Nr.		Gesammt-Fläche. ha	dec	Flächen-Zugang. ha	dec	Flächen-Abgang. ha	dec	Datum der anordnenden Verfügung	J.-Nr. der anordnenden Verfügung
1.	Flächeninhalt nach Festsetzung durch Min.-Rescr. vom 24./12. 1882. III. 13 273. 1./10. 1878.	3429	015					Min.-Rescr. v. 24./12. 82.	III. 13 273.
5.						304	351	Rg.-Verf. 5 II. 81.	III. f. 1560/10.

Abschnitt D. Verzeichniß der in der Benutzungs-

Laufende Nr.	Bezeichnung der Fläche. Block.	Jagen; District.	Abtheilung.	Zur Aufforstung überwies. bisher nicht zur Holzzucht benutzte Fläche. ha	dec	Zu dauernder landwirthschaftl. od. anderer Benutzung übergegangene, zur Holzzucht nicht benutzte Fläche. ha	dec	Datum der anordnenden Verfügung.	J.-Nr. der anordnenden Verfügung.	Nähere Beschreibung der Fläche und Angabe, wodurch die Veränderung herbeigeführt, wann sie realisirt und was sonst darüber etwa zu bemerken ist.
1.	?	21	b					14. August 1885.	III. J. 1402/8.	0,031 ha bisher als Acker und Wiese genutzte Fläche treten in Folge einer Wegeanlage zum unnutzbaren Boden über.

Veränderungen im Besitzstande des forstfiskalischen Eigenthums.

Nach: Block	Nach: Jagen oder Distrikt.	Nach: Abtheilung.		Nähere Bezeichnung und Beschreibung der Flächen-Veränderungen und Angabe, wodurch sie herbeigeführt, wann sie realisirt und welche sonstigen Bemerkungen, z. B. über den Umfang der darunter befindlichen nicht zur Holzzucht bestimmten Flächen, zu machen sind.	Bemerkungen über die Berichtigung des Taxations-Notizenbuchs, der Karten, Vermessungsschriften und Grenzen.
				Laut Vertrag vom 3. 12. October 1881 ist der Schutzbezirk Kähnsdorf an den Freiherrn v. Eckartstein-Prötzel abgetreten worden. Von der Fläche sind 302,244 ha Holzboden, 2,107 ha Nichtholzboden incl. 1,937 ha ertraglos (Wege).	

weise des Forstareals eingetretenen Veränderungen.

Bemerkungen über Berichtigung des Taxations-Notizenbuchs, der Karten und Vermessungsschriften, sowie der Grenzen.	Bemerkungen über erfolgte Aufforstung resp. anderweite Nutzbarmachung.

einzutragen. Die Grenzen der Durchforstungen, Reinigungshiebe, Vorbereitungsschläge, Aushiebe, sowie die Grenzen von Nachbesserungen in Kulturen oder Naturschonungen werden nicht markirt.

2. Für jedes Revier ist Seitens der Revierverwaltung ein Flächenregister zu führen, durch welches der Arealbestand desselben (Größe, Benutzungsart) in seiner Gesammtheit kontrolirt werden soll. Dieses Register zerfällt in 4 Abschnitte.

Abschnitt A enthält das Verzeichniß der von dem Revier vorhandenen Karten, sowie den Nachweis, wo dieselben aufbewahrt, inventarisirt, ferner von wem, wann und nach welchem Maßstabe sie gezeichnet sind. Auch die übrigen Vermessungs- und Abschätzungsarbeiten werden hier angegeben. (Siehe Formular Seite 130, 131).

Abschnitt B dient zu Bemerkungen über eingeleitete Flächenveränderungen und hat den Zweck, die rechtzeitige Eintragung der ausgeführten Veränderungen in die übrigen Abschnitte zu kontroliren, und einen etwa neu eintretenden Beamten von den schwebenden Veränderungen in Kenntniß zu setzen. (Formular Seite 130, 131.)

Abschnitt C weist die Gesammtfläche des Revieres nach. Er enthält ein chronologisch fortzuführendes Verzeichniß der im Besitzstande eingetretenen Veränderungen, wie solche durch Kauf oder Verkauf, Tausch, Abfindung, Flächenberichtigung u. s. w. sich ergeben. Die Zu- und Abgänge werden in gesonderten Rubriken nachgewiesen und daneben die betreffenden Verträge, Verfügungen u. s. w. näher bezeichnet. Bei Gelegenheit der Aufstellung neuer Etats und beim Eintritt neuer Taxationsrevisionen wird der Abschnitt C abgeschlossen und der derzeitige Gesammtflächeninhalt festgestellt. (Seite 132, 133.)

Abschnitt D enthält die Veränderungen, welche in der Benutzungsweise der Forstflächen eingetreten sind und darin bestehen, daß entweder zur Holzzucht nicht benutzte Flächen zur Aufforstung gelangt sind oder umgekehrt mit Holz bestandene Flächen dauernd zur anderweiten Benutzung bestimmt worden sind. Dieser Abschnitt wird bei derselben Gelegenheit abgeschlossen wie C. (Formular S. 132, 133.)

Dritter Abschnitt.

Nivellementsarbeiten.

Für die Zwecke der Meliorationen, für Ent- und Bewässerungen, für wichtige Wegebauten (Kunststraßen, Vicinalwege, Waldeisenbahnen) im Walde wird mitunter die Aufnahme von besonderen Nivellements nothwendig. Es können dies Längen-, Quer- und Flächen-Nivellements sein.

A. Das Längen-Nivellement (Längenprofil).

Die Aufnahme des konkreten Längenprofils d. h. des Vertikalschnittes der Bodenoberfläche nach einer im Terrain bezeichneten geraden oder krummen Linie (Axe) bezweckt die Beschaffung eines genauen Bildes der Bodenconfiguration. Dasselbe hat in der Regel zum speciellen Zweck die Bestimmung, Festlegung der Steigungsverhältnisse und in Verbindung mit den Querprofilen die Berechnung der zu bewegenden Massen. — Das Längenprofil erfordert die Ausführung einer Längen- und nivellitischen Höhenmessung. Der letzteren geht

1) das Abstecken und Markiren der Direktionslinien (Wegaxe) voraus. Dieses geschieht in der Weise, daß man nach örtlicher Festlegung der Hauptdirektions- und Zwischenpunkte, vom Anfangspunkte der Linie ausgehend, diese in Hauptabschnitte (Stationen) von etwa 100 m Länge und Nebenstationen, wie solche die Unebenheiten des Terrains, Güte des Fernrohrs, Höhe der Latte bedingen, eintheilt und jede dieser Stationen mit einem die betr. Nummer enthaltenden und daneben mit einem auf Terrainhöhe einzuschlagen-

den Pfahl bezeichnet (Nummer- und Grundpfahl). Die je 10. Station markirt man wohl noch als Hauptstation durch eine fortlaufende römische Zahl.

2) Die **Ermittelung** des Höhenunterschiedes der festgelegten Station erfolgt mit genau geprüftem Libellen-Niveau und Nivellirlatte durch **Nivelliren aus der Mitte**. Hierbei ist darauf zu achten, daß die Aufstellung des Instruments an festen Bodenstellen bewirkt, die Horizontirung der Libelle vor dem Ablesen nochmals nachgesehen, die Latte während der Ablesung genau senkrecht gehalten und nach jeder Unterbrechung des Nivellements das Libellen-Niveau justirt wird. Das Nivellement ist doppelt auszuführen, entweder gleichzeitig mit einem Instrument und zwei Latten mit verschiedenen Wechselpunkten oder mit einer Reversionslatte, d. h. einer Latte mit zwei Theilungen von verschiedenen Nullpunkten oder aber hin und zurück. Benach-

Nivellementstabelle zum Längenprofile des Weges von Eberswalde nach Trampe.

1. Bezeichnung der Stationspunkte rück-	vorwärts	2. Entfernung der Punkte im Einzelnen	im Ganzen	3. Lattenhöhe rück-	vorwärts	4. Gefälle + Steigung	− Fall	5. Verbessertes Gefälle + Steigung	− Fall	6. Terrain-Ordinate d. Stationspunkte	7. Bemerkungen
		Meter									
0										10,0	Der Normalhorizont liegt 10 m über dem Stationspunkt 1.
1	2	50,0	50,0	1,056	0,256	0,800		0,802		10,802	
⋮	⋮		862,0								
		862,0		4,621	2,650	2,148	0,177				
				2,650		0,177					
				1,971		1,971					

harte unverrückbare Punkte — Grenzlinie, Brückenbalken u. s. w. — werden zur Controle mit abnivellirt.

3) Die Ermittelung der Entfernung der festgelegten Stationspunkte geschieht je nach den Terrainverhältnissen entweder mit Meßlatte bei stark coupirter oder mit Stahlmeßband bei ebener und wellenförmiger Bodenconfiguration. Wird auch die Aufnahme des Grundrisses erforderlich, so ist dieser je nach dem erforderlichen Genauigkeitsgrade entweder mit der Boussole oder mit dem Theodolit oder der Winkeltrommel auszuführen.

4) Die Maßzahlen dieses Nivellements und der Längenmessung, sowie wichtige Bemerkungen sind in nebenstehendes Formular einzutragen, während für die Grundrißaufnahme ein Handriß in übersichtlicher und deutlicher Weise zu führen ist.

Die Spalten 1 bis 3 sind an Ort und Stelle auszufüllen. Zu Hause werden die Zahlen für die übrigen Rubriken berechnet. Die Spalten 5 und 6 werden aber erst ausgefüllt, wenn durch Prüfung des Nivellements konstatirt ist, daß die sich ergebende Differenz als eine zuläßige anzusehen ist (vergleiche Seite 83.) *

Weichen nun die Resultate bei Doppel-Nivellements und gleichen Zielweiten im Einzelnen und im Ganzen nur wenig von einander

*) Nach den Bestimmungen des Central-Direktoriums der Vermessungen vom 16. Dezember 1886 gilt ein Nivellement als „gut", wenn der beobachtete mittlere Fehler nicht mehr als 3 mm auf 1 km und als brauchbar, wenn derselbe nicht mehr als 5 mm auf 1 km beträgt.

Der mittlere Fehler in Millimeter m ist $= \sqrt{25\,l + (0{,}2\,h)^2}$. Hierbei bezeichnet l die Länge der Strecke in Kilometern und h den Höhenunterschied zwischen dem Anfangs- und Endpunkte in Metern. Nach dieser Formel ist folgende Tabelle berechnet: l = Länge der Strecke in Kilometern.

h	0,1	0,5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	15	20
m	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
0	2	4	5	7	9	9	11	12	13	14	15	16	17	22
50	10	11	11	12	13	14	15	16	17	17	18	19	19	24
100	20	20	21	21	22	22	23	23	24	24	25	25	28	30
200	40	40	40	41	41	41	42	42	42	42	43	43	44	46

ab, so nimmt man aus ihnen das arithmetische Mittel und vertheilt die halbe Differenz auf die Gefälle im Einzelnen. Beim Anschluß des Nivellements an Festpunkte der Landesvermessung sind die hierfür gegebenen Zahlen bei der Prüfung maßgebend und ist der zulässige Höhenwiderspruch (Seite 83) auf die einzelnen Strecken proportional ihrer Länge zu vertheilen.

Durch Addition oder Subtraction der verbesserten Gefälle erhält man das Gesammt-Gefälle oder die Ordinaten für Spalte 6. Beim Fehlen von Festpunkten der Landesaufnahme werden die Ordinaten in der Regel auf einen Haupt- oder Generalhorizont bezogen, der entweder durch den höchsten oder tiefsten Stationspunkt gehend oder wie in einigen Staaten 10 m unter dem tiefsten Punkt liegend angenommen wird. Von diesem Punkte ausgehend, bestimmt man die Ordinaten für alle übrigen Stationspunkte durch algebraische Addition der in Spalte 5 angegebenen Zahlen. Eine Controle für die richtige Berechnung der Terrain-Ordinaten erhält man, wenn die Differenz der Summe aus Spalte 5 mit Rücksicht auf Steigung und Fall zur ersten Ordinate algebraisch addirt wird. Es muß sich dann die letzte Ordinate ergeben.

5) Zur Kartirung des konkreten Längennivellements werden die in der Nivellementstabelle verzeichneten Stationslängen (Abscissen) und Terrainordinaten benutzt. Nach den amtlichen Instruktionen in Preußen sind die Stationslängen auf einer, den General- (Normal-) Horizont darstellenden geraden Linie nach dem Maßstabe des zugehörigen Grundrisses (i. d. R. $^1/_{5000}$), die Terrainordinaten senkrecht auf dieser Geraden in den betr. Stationspunkten und, um die nöthige Deutlichkeit in der Darstellung zu erzielen, in einem 25 mal größeren Maßstabe ($^1/_{200}$) aufzutragen. Zur Erleichterung des Abgreifens von langen Ordinaten werden in Abständen von 10 zu 10 m über dem Normalhorizonte mit diesem parallele Linien eingeschoben und beim Auftragen benutzt. — Durch die Verbindung der Endpunkte der Ordinaten miteinander wird das konkrete Längenprofil, die Terrainlinie oder die Linie des gewachsenen Bodens gewonnen (Figur 50).

Der Generalhorizont (die Normalhorizontale), die Ordinaten der Hauptstationen und die Terrainlinien werden stark, alle übrigen Linien

„schwach schwarz“, Wasserstandslinien aber „blau“ ausgezogen. Nahe über dem Normalhorizonte sind die Entfernungen der Stationen und darüber an die Ordinaten die Längen derselben schwarz einzuschreiben. Die Stationsnummern werden **unter** dem Normalhorizonte schwarz vermerkt. Beide Maßstäbe, sowie der Grundriß der nivellirten Linie sind auf der Karte zu zeichnen.

Das in dieser Art gezeichnete Längenprofil wird in folgender Weise für die Straßenbauzwecke verwendet:

Erkennt man auf Grund der Zeichnung, daß die Terrainlinie nicht ohne weiteres als **normales** Längenprofil, d. h. als die **Kronenlinie** des zu entwerfenden Weges (als Linie des gleichmäßigen Gefälles) benutzt werden kann, so ist letztere als gerade oder gebrochene Linie in der Zeichnung des konkreten Längenprofils in der Weise zu konstruiren, daß

a) der auszubauende Weg nirgends das zulässige Gefäll überschreitet und die Gefällwechsel berücksichtigt und

b) die Wegbaukosten thunlichst gering ausfallen, d. h. Auf- und Abtrag sich möglichst ausgleichen und größere Erdmassenbewegungen vermieden werden.

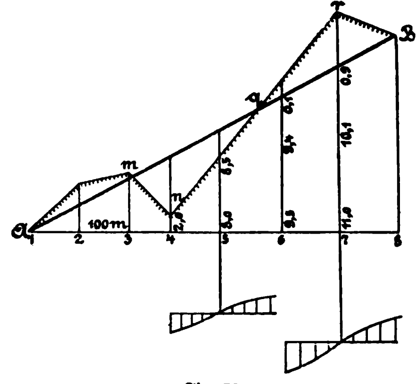


Fig. 50.

Die mit Rücksicht hierauf in der Figur 50 gezeichnete Linie AB stellt die Weglinie des normalen Gefälles dar; sie wird „roth“ ausgezogen. Die Längen dieser Wegordinaten, d. h. die bis zu dieser Linie gehenden Ordinaten werden entweder mit Zirkel und Maßstab oder durch Berechnung bestimmt und mit rothen Zahlen eingeschrieben (8,5, 9,4, 10,1 der Figur 50). Sie dienen zur Feststellung der Höhen des Ab- und Auftrages an den Stationspunkten. Diese letzteren, mit dem Namen „**Ab- und Auftragscoten**“ bezeichneten Zahlen gewinnt man durch Subtraktion der Wegeordinaten von den Terrainordinaten. Ein positiver Rest zeigt „Abtrag“, ein negativer „Auftrag“ an. An den Durchschnittspunkten der Kronenlinie mit den

Wegordinaten werden diese ermittelten Zahlen (0,9, 0,1, 0,5 der Figur) in „zinnoberroth“ eingeschrieben. Die Profilfläche des Auftrages (m n q der Figur) wird „blaßroth“, des Abtrages (q r B der Figur) „grau“, des Terrains (Terrainlinie) „sepiabraun“, des Wassers bis zum Wasserspiegel „blau“ und des Moores oder Torfes „schwarzgrün“ angelegt. — Etwa in der Weglinie zu errichtende Bauwerke, als Brücken, Durchlässe u. s. w., werden in charakteristischer Weise durch rothe Linien bezeichnet und über den Linien des Normalgefälls unter Angabe der Höhe und Weite vermerkt. — Unter dem Normalhorizonte werden auch noch wohl die Bodenarten angedeutet und die Gefällverhältnisse in „roth“ eingetragen.*)

---

*) Anstatt der Aufnahme des Längenprofils mittelst Libellen-Niveau verfährt man zur Ermittelung des Gefällprozentes zwischen festliegendem Anfangs- und Endpunkte einer auszubauenden Waldwegrichtung wohl in folgender Weise: Aufstellung mit dem Pendel-Instrumente (Bose, Tesdorpf) im Anfangspunkte und Aufstellung der zum Instrumente gehörigen Zieltafel in der Richtung nach dem Endpunkte zu in solchem Abstande, wie die Visur des Instruments gestattet (20–30 m). Hierauf Ablesung, Aufzeichnung des Gefällprozentes und der durch Schrittmessung bestimmten Entfernung zwischen den Stationspunkten und Fortsetzung dieses Verfahrens bis zum Endpunkte. Zusammenstellung der gefundenen Resultate in folgender Tabelle:

Station.	Länge, Schrittmessung.	Gefäll % +	Gefäll % —	Absolute Steigung +	Absolute Steigung —	Bemerkungen.
A—1	30	6	—	1,80	—	100 : 6 = 30 : x x = 1,8 %.
1—2	35	7	—	2,45	—	
2—3	33	—	5	—	1,65	
3—4	30	8	—	2,40	—	
4—5	35	9	—	3,15	—	
.....	...	..	..	....	..	
	500	—	—	31,65 1,65	1,65	
Totale Steigung				30,00		

Da die ganze Strecke 500 m lang und die Totalsteigung (Höhendifferenz zwischen Anfangs- und Endpunkt) 30 m beträgt, so ergiebt sich als durch-

B. Das Quer-Nivellement (Querprofil).

Die Aufnahme und Kartirung des Quer-Nivellements geschieht entweder behufs Darstellung der Bodenconfiguration für größere Terrainabschnitte (siehe Ergänzungsmessungen Seite 102) oder zur Ausarbeitung specieller Projekte, so zur Erdmassenermittelung für Wege-, Eisenbahnlinien u. s. w. Im letzteren Falle unterscheidet man wie beim Längenprofil ein konkretes und normales Querprofil. Wird die Oberfläche des gewachsenen Bodens von einer gegen den Horizont und gegen die Wegaxe senkrechten Ebene geschnitten, so bezeichnet die entstehende Durchschnittslinie das konkrete Querprofil, während der von derselben Ebene und von der des ausgebauten Weges entstandene Durchschnitt das normale Querprofil genannt wird.

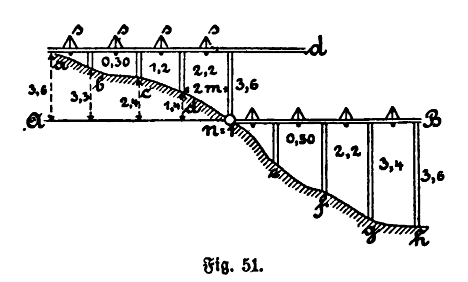


Fig. 51.

Das konkrete Querprofil wird an allen Stationspunkten und, wenn es die Erdmassenberechnung erfordert, auch an geeigneten Zwischenpunkten des Längenprofils an beiden Seiten desselben und rechtwinklig zu demselben aufgenommen und zwar in einer solchen Ausdehnung, als es der Zweck der projektirten Anlage erfordert. Für den Waldwegebau ist eine Entfernung von 3—5 m an jeder Seite des Längenprofils meistens ausreichend.

Die Aufnahme wird entweder mit der des Längenprofils verbunden oder von dieser getrennt ausgeführt. Bei geringer Neigung

---

schnittliches Steigungsprozent: 500 : 30 = 100 : x oder x = 6 %. — Mit diesem ermittelten Gefällprozente würde die Einstellung am Instrumente geschehen und die Festlegung der Stationspunkte alsdann nach den Grundsätzen zu bewerkstelligen sein, wie es im Abschnitt Waldwegeabsteckung angegeben.

des Terrains ist das erstere Verfahren, bei welchem die aufzunehmenden Punkte von der Achse aus (nach links und rechts) eingemessen, aber nicht verpflockt und mit einem kleinen Libelleninstrumente wie die Längenprofile einnivellirt werden, empfehlenswerth, während in jedem anderen Falle unter Anwendung von Richtscheit mit Setzwaage oder Röhrenlibelle und Latte in der durch die Figur 51 veranschaulichten Weise zu verfahren ist. Hierbei ist im Speciellen noch Folgendes zu beachten:

a) Die Stationspunkte sind in einer gegen die Längsachse rechtwinkligen Richtung (bei Curven in der Richtung des Radius) nach links und rechts unter Berücksichtigung der Brechpunkte des Terrains und, wenn irgend möglich, in gleichen Entfernungen von einander festzulegen (1 bis 2 m). Eine Markirung derselben durch Pfähle unterbleibt.

b) Auf eine genaue horizontale Lage des Richtscheits mit Hilfe von Setzwaage oder Röhrenlibelle, sowie auf eine richtige Vertikalstellung der zum Ablesen der Höhen zu verwendenden Latte ist besonders Rücksicht zu nehmen.

c) Die Resultate der Messung sind in einem Handrisse (Fig. 51) oder in besonderen Tabellen zu verzeichnen, wobei man sich zu merken hat, daß die Profile so skizzirt werden, wie man sie beim Begehen der Längsachse im Sinne der Nummerirung antrifft.

	Links bei					Rechts bei					
Bemerkungen.	8	6	4	2	0	0	2	4	6	8	Bemerkungen
	Meter.										
	Station 1.										
	0,8	1,3	2,4	2,7	3,8	0	0,6	1,8 0	1,2	1,1	
Auftrags-cote=1,5 m	+3,0 −1,5	+2,5 −1,5	+1,4 −1,5	+1,1 −1,5	0 −1,5	0 −1,5	−0,6 −1,5	−1,8 −1,5	−3,0 −1,5	−2,9 −1,5	
	+1,5	+1,0	−0,1	−0,4	−1,5	−1,5	−2,1	−3,3	−4,5	−4,4	
	Station 2.										

Vor der Kartirung sind im Handrisse oder in der Tabelle alle Lattenhöhen eines jeden Querprofils auf eine durch den Grundpfahl des Längenprofils gehende Horizontale (AB der Figur 51) zu reduciren, indem man alle Höhen von der des Stationspunktes subtrahirt. Zu den so gefundenen Zahlen, beispielsweise 3,6 m, 3,3 m, 2,4 m, 1,4 m (Figur 51) sind die etwa vorhandenen Auf- und Abtragscoten des Längenprofils noch algebraisch zu addiren. Dadurch ergeben sich die nach abwärts gerichteten negativen und die nach aufwärts gerichteten positiven Ordinaten des Querprofils in Bezug auf eine durch den betreffenden Punkt der Längsachse gedachten Horizontale (Figur 50 u. 51).

d) Die Zeichnung wird entweder auf besonderen Blättern (Millimeterpapier) angefertigt oder es wird in angemessener Entfernung unter dem Normalhorizonte des Längenprofils eine mit diesem parallele Linie gezogen, welche für jeden Stationspunkt den Horizont des Axenpunktes (Wegaxe) darstellt; auf diesem trägt man die Abscissen und berechneten Ordinaten des Querprofils ab, die positiven nach oben, die negativen nach unten. Die Verbindungslinie der Endpunkte der Senkrechten stellt das konkrete Querprofil oder die Terrainlinie dar (Figur 50, 51). Zur Erlangung einer größeren Genauigkeit beim Einzeichnen der Projekte und bei Verwendung der Zeichnung zur Flächen- bezw. Erdmassenberechnung wird ein großer Maßstab, in der Regel der Höhenmaßstab des Längenprofils ($^1/_{200}$) gewählt. Abscissen und Ordinaten erhalten die gleiche Verjüngung.

Die Terrainlinie wird „schwarz", die mit dem Normalhorizonte parallele AB und die event. Ordinate am Stationspunkte „roth" ausgezogen. Die Länge der letzteren kennzeichnet man durch eine beigefügte rothe Ziffer, während die Zahlen für Ordinaten und Abscissen des Querprofils nicht daneben geschrieben werden.

Für die Zwecke des Straßenbaues wird das gezeichnete Querprofil in folgender Weise verwendet:

In das konkrete Querprofil wird das normale Querprofil des zu bauenden Weges mit seinem Planum, seinen Böschungen und event. Seitengräben eingezeichnet (Figur 52), wozu eine für alle Fälle passende, auf gutem Papppapier gezeichnete sog. Wegschablone benutzt wird (Figur 53). Das hierfür in Form eines Rechtecks aus-

geschnittene Blatt wird so auf das gezeichnete konkrete Querprofil gelegt, daß die Durchschnittspunkte (A und die Horizontale) zusammenfallen. Markirt man hierauf alle Eckpunkte des Querschnittes (a b c d der Figuren) durch feine Nadelstiche oder durch Bleilinien, so ist das normale Querprofil endgiltig dargestellt, sobald man diese Punkte durch feine rothe Linien miteinander verbindet (beispielsweise b a 1 c d; b a c d der Figur 52). Der sich ergebende Auftrag (1 a b der Figur) erhält rothes, der Abtrag (1 c d der Figur) graues Colorit. —

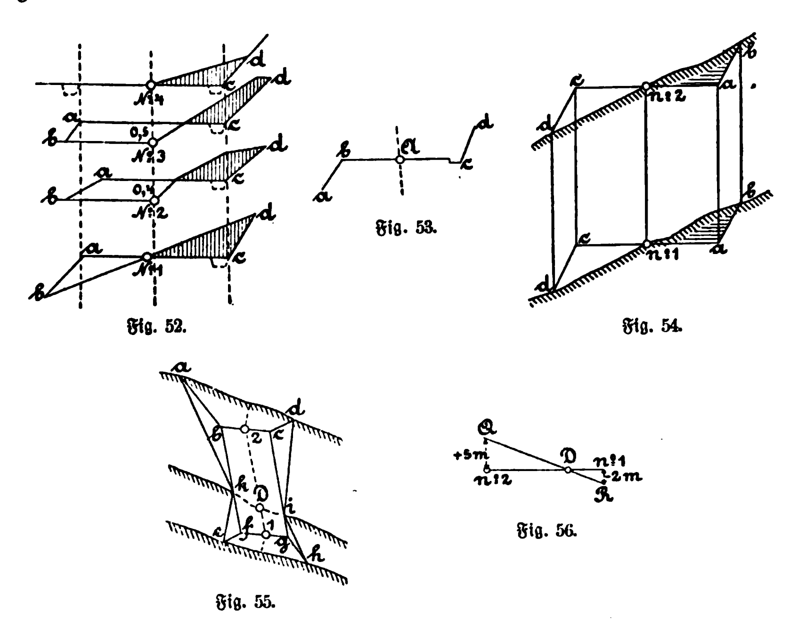


Fig. 52. Fig. 53. Fig. 54. Fig. 55. Fig. 56.

Die Auf- und Abtragskörper beim Bau der Waldwege sind in der Regel Prismatoide, ihre End- oder Grundflächen die in den Querprofilen dargestellten Auf- und Abtragsflächen, ihre Längen oder Höhen die Entfernungen der Profile von einander oder von den Uebergangspunkten. Die End- oder Grundflächen werden von den einzelnen Querprofilen durch Zerlegung derselben in Dreiecke, Trapeze u. s. w. oder am einfachsten mit dem Planimeter berechnet und die Entfernungen der Profile aus dem Längenprofile entnommen. Kommt

zwischen zwei Profilen nur Auftrag oder Abtrag vor (Figur 54), so findet man den Kubikinhalt annähernd — aber genau genug für die Waldwegebauzwecke — wenn man die halbe Summe der Endflächen mit ihrem Abstande multiplicirt. Wechseln aber zwischen zwei Profilen Auf- und Abtrag (Figur 55), so ist zunächst der Uebergangspunkt von Auf- in Abtrag graphisch in der Weise zu bestimmen, daß man in den Endpunkten der Stationslänge die Auf- und Abträge abträgt und die Linie Q R der Figur 56 zieht. Dann ist der Schnittpunkt D der Uebergangspunkt. Bestimmt man jetzt noch die Entfernungen von D nach 2 und 1, so können die beiden in Frage kommenden Körper a b c d i k und e f g h i k (Fig. 55) als „halbe" Prismen berechnet werden. Bei diesen Berechnungen ist es empfehlenswerth, Tabellen von folgender Form zu verwenden.

Station-Nr.	Länge Meter.	Querprofile. Auf-	Abtrag □ Meter.	Summe der Querprofile. Auf-	Abtrag □ Meter.	Kubikinhalt. Auf-	Abtrag cbm	Bemerkungen.

C. Das Flächen-Nivellement.

Das einfache Flächen-Nivellement bezweckt die Gewinnung von Zahlengrößen, nach welchen man in der Lage ist, zu beurtheilen, um wie viel und wie weit die Terrainoberfläche durch Abtragen und Aufschichten für wirthschaftliche Zwecke (Planirungen) umzugestalten ist. Zu dem Zwecke sind die Höhen aller bemerkenswerthen Terrainpunkte auf der Fläche durch Nivellement zu ermitteln, mit einander in Beziehung zu bringen und in den Grundriß einzutragen. Es geschieht dieses in der Weise, daß man auf übersichtlichem Terrain mit nicht zu bedeutender Ausdehnung ein Quadratnetz absteckt, dessen Seiten so nahe aneinander liegen, daß alle die Bodenconfiguration beeinflussenden Terrainpunkte davon getroffen werden (10—20 m). Von

diesem Netze wird der Grundriß aufgenommen, alle Netzlinien werden abnivellirt, die Höhen aller Durchschnittspunkte über einen gemeinschaftlichen Nullpunkt (Generalhorizont) berechnet und in den angefertigten Situationsplan eingetragen (Figur 57). Der Kubikinhalt der durch das Quadratnetz gebildeten Parallelepipeden ergiebt sich dann aus der quadratförmigen Grundfläche, multiplicirt mit dem senkrechten Abstande.

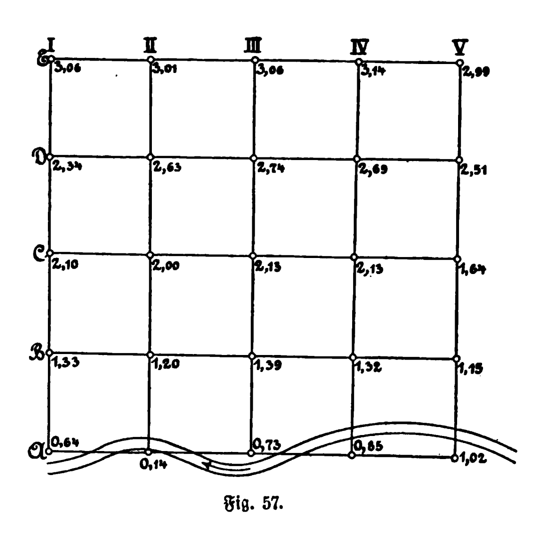


Fig. 57.

Auf nicht übersichtlichem Terrain von bedeutender Ausdehnung ist ein solches Flächen-Nivellement zu zeitraubend und deshalb auch nicht empfehlenswerth, weil für derartige Terrainflächen es wünschenswerth ist, daß der Grundriß zugleich ein Bild von dem Zusammenhange der Erhöhungen und Vertiefungen und von der Form des Terrains mit abgiebt. Es geschieht dieses am besten durch die Aufnahme und Zeichnung von Schichtenlinien, wie es der Abschnitt über Ergänzung der Forstkarten durch Einzeichnen der Schichtenlinien lehrt.

Zweite Abtheilung.

Die Waldeintheilung.

Erster Abschnitt.

Allgemein zu beachtende Gesichtspunkte bei der Waldeintheilung.

Die planmäßige Zerlegung des Waldes in Flächenabschnitte, welche den forstwirthschaftlichen Anforderungen entsprechen, ist die Aufgabe der Waldeintheilung. Diese auf das Terrain basirenden, durch künstliche oder natürliche Terrainstreifen begrenzten Flächentheile, welche thunlichst zu gleichartiger Bewirthschaftung geeignete Flächen enthalten und die Flächeneinheiten der Wirthschaft darstellen sollen, werden Wirthschaftsfiguren, — in Preußen Jagen, Districte, in anderen Staaten Ortsabtheilungen, Abtheilungen — genannt. Sie sind für den forstwirthschaftlichen Betrieb insofern von großer Bedeutung, als sie die Grundlage desselben, sowie die der Betriebs-Einrichtung bilden. Durch die Gliederung der Flächen, insbesondere durch die örtliche Festlegung der Wirthschaftsfiguren soll ein festes, bleibendes Wirthschaftsnetz geschaffen werden, in welchem der ganze Betrieb, der Anhieb, die Führung der Schläge, die Abfuhr der Hiebsergebnisse u. s. w. mit Leichtigkeit sich einschmiegt, die Uebersicht über das Revier, insbesondere für die Aufstellung eines speciellen Betriebsplanes und dessen nachhaltige Fortbildung, sowie die durch die Flächenkontrole gewährleistete Erhaltung der Nachhaltigkeit der Nutzung bei Einhaltung des Betriebsplanes ermöglicht, weiter die Feuers- und Windbruchsgefahr vermindert und endlich die Buch- und Rechnungsführung und Orientirung erleichtert wird.

Ihre Grenzen und Größen, sowie Lage und Formen müssen deshalb mit besonderer Umsicht und Sachkenntniß bestimmt werden.

Man verlangt in Rücksicht auf den Zweck der Wirthschaftsfiguren, nämlich als Einheit für den wirthschaftlichen Betrieb zu gelten, daß ihre Begrenzungslinien thunlichst gleichartige Standortsverhältnisse umfassen und auf die wirthschaftliche Behandlung des Waldes, insbesondere auf den Aufschluß desselben und auf den Transport der Waldprodukte angemessene Rücksicht nehmen. So unterläßt man nicht gern eine Trennung der verschiedenen Expositionen (Ost- und Westhänge, Nord- und Südhänge), berücksichtigt und benutzt ferner Bäche, Flüsse, Kanäle, Längsthäler, Hauptgebirgsrücken, überhaupt die sog. natürlichen Grenzscheiden, weiter die allgemeinen Verkehrsadern (Land-, Wasser-, Schienenwege) und endlich die speciellen Verkehrswege im Walde als Begrenzungslinien. Daß neben diesen zur Herstellung zweckmäßiger Größen und Formen der Wirthschaftsfiguren noch die sog. künstlichen Trennungslinien nothwendig werden, ist leicht begreiflich. Letztere sollen im Allgemeinen der Bodenkonfiguration sich anschmiegen, dabei thunlichst geradlinig verlaufen und, wenn nur irgend möglich, zum Transport der Waldprodukte geeignet bezw. dazu herzustellen sein. Genug, Grundsatz muß es sein, die Begrenzung des Wirthschaftsnetzes den Zwecken der Forstwirthschaft möglichst nutzbar zu machen.

Die Form der Wirthschaftsfigur ist vor allem bedingt durch die Terrainbeschaffenheit. Gestattet letztere die Herstellung regelmäßiger, geradlinig begrenzter Figuren, so ist diesen der Vorzug zu geben, weil Uebersicht, Betriebsführung, Schutz, Orientirung und Beweglichkeit in der Wirthschaftsfigur dadurch erleichtert werden. Mit Rücksicht auf den leichteren Holztransport und auf die größere Sicherung der Bestände ist unter den regelmäßigen Figuren die Rechtecksform thunlichst zu bevorzugen. Im Bergland und Gebirge ist die regelmäßige Form der Wirthschaftsfigur selten zu erreichen. Hier bedingen die vorhin erwähnten natürlichen Begrenzungslinien in Verbindung mit den nach der Größe der Wirthschaftsfigur zu bestimmenden, willkürlich zu wählenden Trennungslinien mehr oder weniger eine unregelmäßige Form. Ebenso wird der regelmäßige Verlauf der Begrenzungslinien nicht selten modifizirt durch den Verlauf der Außengrenzen.

Im engen Zusammenhange mit der Begrenzung und Form stehen die *Lagerung und Aneinanderreihung* der Wirthschaftsfiguren. Es sind dieselben derartig zu gestalten, daß genügende Sicherheit in der Bestandeslagerung vorhanden ist, und daß das Anrücken und die Abfuhr der Hiebsergebnisse auf kürzestem Wege erfolgt. Die Wirthschaftsfiguren müssen so vor und nebeneinander liegen, daß nicht nur die Anhiebe und Schlaganwände gesichert sind, sondern daß auch die Schläge in angemessener Figur und Größe folgerecht aneinandergereiht werden können.

Nach der von Beaufort aufgestellten, in der Figur ausgedrückten Windskala*) wird man in den durch Sturm gefährdeten Waldkomplexen die Lagerung derartig zu treffen haben, daß die herrschende Windrichtung — West-Ostrichtung — senkrecht auf die Begrenzung der Wirthschaftsfiguren stößt. Lange Fronten von Norden nach Süden mit rechtwinklig darauf gerichteten Trennungsstreifen, sowie ein durchlaufendes, nicht staffelförmiges, thunlichst geradliniges Begrenzungsnetz gewähren am meisten Schutz. Unbedingt zu vermeiden bei der Aneinanderreihung sind sehr spitzwinklige Figuren. Winkel unter 30° sind nach den gemachten Erfahrungen unzulässig.

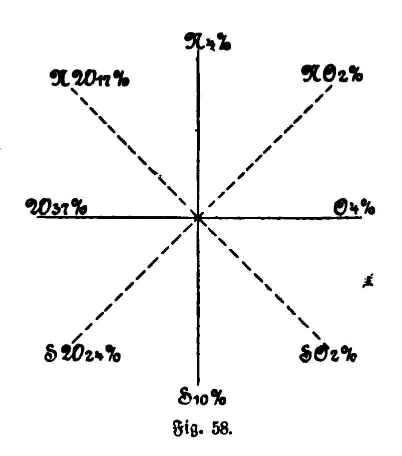


Fig. 58.

In Waldgebieten, wo die Sturmgefahr von kaum nennenswerther Bedeutung ist, und die Absatzrichtung die Basis für das Eintheilungsnetz abgiebt, ist die Aneinanderreihung der Wirthschaftsfiguren derartig zu wählen, daß die Trennungslinien auf kürzestem Wege nach den Verkehrs-Adern führen.

So gegeben die Bestimmung der *Größe* für die Wirthschaftsfigur im Mittel-, Nieder- und Plänterwaldbetriebe ist, um so mehr Willkür herrscht bei ihrer Festsetzung im Hochwaldbetriebe. Es finden

*) Meteorologische Zeitschrift von Hann u. Köppen.

sich sowohl Anhänger als Gegner der großen und kleinen Wirthschaftsfiguren. Gegner der zu großen Wirthschaftsfiguren machen geltend, daß dadurch dem Betriebe zu wenig Ruhepunkte und Anhiebe geboten, die Uebersicht über den Betrieb, die Vereinigung der zeitlichen Bestandes-Unterschiede innerhalb der Wirthschaftsfigur, sowie die Wirthschafts-Einrichtung, insbesondere die Dotirung und Ausgleichung der Nutzungsperioden erschwert würden. Diesem stellen die Gegner zu kleiner Wirthschaftsfiguren entgegen, daß die Buchung und Kontrole der Rechnung sich vermehren, der Betrieb komplizirter sich gestaltet, das Flächen-Prozent am produktiven Boden für die Begrenzungslinien zu bedeutend wird, Nachtheile durch größere Bodenaushagerung, durch Senkung des Grundwasserstandes nicht ausgeschlossen sind und die Kosten für die Markirung der Wirthschaftsfiguren erhöht werden.

Es ist schwierig, generell die Größe der Wirthschaftsfigur anzugeben; sie ist vorzugsweise abhängig von den Standortsverhältnissen, von der Verjüngungs-, Betriebsart, von der Holzbringungs-Methode und von der Größe des Waldkörpers. So können dem Zwecke der Wirthschaftsfigur entsprechend, Waldgebiete mit ungleichartigen und wechselnden Standörtlichkeiten, wie es im Berglande und Gebirge so häufig vorkommt, kleinere Figuren und Ungleichheiten in den Größen der Wirthschaftsfiguren bedingen, während in den Forsten des Flachlandes mit mehr gleichförmigen Standortsverhältnissen größere und annähernd gleich große Wirthschaftsfiguren gerechtfertigt sind; ebenso wird man in den durch natürliche Verjüngung zu bewirthschaftenden Waldkomplexen, wo es empfehlenswerth ist, bei der Verjüngung thunlichst viele Flächen gleichzeitig in Angriff zu nehmen und einen langsamen Hiebsfortschritt als Regel gelten zu lassen, die größere Wirthschaftsfigur bevorzugen; dahingegen ist bei der Verjüngung in Schmalkahlschlägen und in Wirthschaften, in welchen man wünscht, daß der Betrieb die Wirthschaftsfigur innerhalb einer Nutzungsperiode durchläuft, die kleinere Wirthschaftsfigur zu begünstigen. Je intensiver überhaupt die Wirthschaft in Bezug auf die Behandlung, und Pflege der Bestände, Holzbringung, Ausnutzung und Sortirung der Hiebsergebnisse sich gestalten muß, und je größer die den Beständen drohenden Gefahren (Feuer, Wind) erscheinen, um so bedeutender sind die Vortheile der kleineren Wirthschaftsfigur. Daß letztere endlich in

ein angemessenes Verhältniß zur ganzen Größe des Waldkörpers zu bringen ist, dürfte leicht begreiflich sein.

Im großen Ganzen hat sich der Grundsatz bewährt, je nach den obwaltenden Verhältnissen die Wirthschaftsfigur ein bestimmtes Maß nicht überschreiten zu lassen, die mäßige Größe zu bevorzugen, die Abtheilungsbildung innerhalb der Wirthschaftsfigur nach Möglichkeit einzuschränken und den Wirthschaftsfiguren thunlichst annähernd gleiche Größen zu geben, damit die Uebersicht des Revieres erhöht und den jährlichen Schlägen eine passende Größe gegeben werden kann. So hat sich für kleinere Waldreviere und für koupirtere Terrainverhältnisse eine Größe von 10—20 Hektaren, und für umfangreichere Waldkörper mit ebenem, schwach hügeligem Terrain und gleichförmigen Standortsverhältnissen eine Größe von 20—30 Hektaren als zweckmäßig erwiesen.

Einverständniß herrscht bei allen Forstwirthen darüber, daß eine dauerhafte Bezeichnung der Wirthschaftsfigur im Terrain durch Aufhieb ihrer Begrenzungslinien und Sicherung der letztern durch Steinsatz auf ihren Durchschnitts- und andern wichtigen Punkten eine Nothwendigkeit ist.

Wie soeben erörtert, ist die Begrenzung und Form der Wirthschaftsfigur vor Allem abhängig von der Terrainbeschaffenheit und Bodenkonfiguration; es wird deshalb das Verfahren der örtlichen Festlegung der Begrenzungslinien sich verschiedenartig gestalten, je nachdem die Waldeintheilung im ebenen, flach hügeligen Terrain oder im Berglande und Gebirge zur Ausführung gelangen soll.

Zweiter Abschnitt.

Die Waldeintheilung im ebenen, schwach hügeligen Terrain

(regelmäßige, künstliche Waldeintheilung).

In den Waldungen des Flachlandes, sowie auf den größeren Plateaus des Berglandes, wo die Bodenkonfiguration natürliche Grenzscheiden zur Annahme gebrochener, unregelmäßiger Begrenzungslinien wenig oder gar nicht aufweist und die Fahrbarkeit des Terrains ohne Ausbau fast immer gestattet, bezweckt die Waldeintheilung ein regelmäßiges Netz zu schaffen, wenn möglich von Parallelen und rechtwinklig sich kreuzenden Begrenzungslinien, um dadurch die regelmäßigste Form und gleichmäßigste Größe der Wirthschaftsfigur herzustellen. Die so gebildeten Flächenabschnitte werden in Preußen „Jagen", die Begrenzungslinien „Gestelle", an anderen Orten „Bahnen", „Schneißen" genannt. Es ist nicht abzustreiten, daß auf diese Weise die Leitung und Ausführung des Betriebes, die Anfertigung des Betriebsplanes, die Ausführung geometrischer Arbeiten, sowie die Orientirung am meisten erleichtert wird. Zur Herstellung eines solchen Eintheilungsnetzes reiht man die Arbeiten zweckmäßig in folgender Weise aneinander:

I. Entwurf der Wirthschaftsfiguren auf der Karte.

Gute Kartenwerke bilden die Grundlage jeder Waldeintheilung. Von den Flachlandsforsten müssen die Forstkarten (Spezialkarten) außer den Umfangsgrenzen diejenigen Terrain- und Verkehrslinien

mit enthalten, welche auf Richtung und Lage der Gestelle von Einfluß sind. So dürfen die Gewässer, Flüsse, Thäler, Kanäle, Erhebungen, Kulturartengrenzen, die allgemeinen Verkehrswege mit ihren Halte- und Ablagestellen und die rationell konstruirten Waldwege, ferner Standortsunterschiede von bedeutender Ausdehnung wie größere Fenne, Brücher, Moore u. s. w., sowie die Lage und Richtung der Absatzorte nicht fehlen.

Nach gründlichem Studium über die Terrain-Verhältnisse, Absatzrichtungen, herrschende Windrichtungen erfolgt das Einzeichnen der Haupt- und Nebenbegrenzungslinien (Gestelle, Bahnen, Schneißen) auf derartigen Kartenwerken unter Beachtung folgender Gesichtspunkte:

1. Richtung und Lage der Hauptlinien des Netzes sind vor allen Dingen nach der Absatz- und Windrichtung zu bemessen. In Waldgebieten, wo in erster Linie den nachtheiligen Einflüssen des Windes Rechnung zu tragen ist, wie auf umfänglicheren Plateaus des Berglandes und Gebirges, sowie auf dem flachgründigen Boden mit hohem Grundwasserstande in der Ebene (Fichten- und Kiefernbestände Oberschlesiens) sollen die Hauptbegrenzungslinien — untern und obern Linien — der Wirthschaftsfiguren (Hauptbahnen, Hauptgestelle) der herrschenden Windrichtung, in der Regel von Ost nach West resp. Nordost nach Südwest, folgen, und die Nebengrenzungslinien — die seitlichen Trennungslinien — jene Grundlinien rechtwinklig schneiden, damit die Hiebsschläge in passender Folge und Form aneinandergereiht und dem herrschenden Windstrich entgegengeführt werden können.

In Waldkörpern jedoch, wo unverrückbare, allgemeine Verkehrsadern mit ihren Halte- und Ablagestellen vorhanden sind, oder die Abfuhrrichtung durch gut angelegte Waldwege fest vorgeschrieben ist, dienen diese Linien der Eintheilung mit zur Basis, selbst wenn dabei die ganz regelmäßige Form der Wirthschaftsfigur hier und da geopfert werden müßte. Je nach der Anzahl, der Bedeutung und Lage der Verkehrs-Adern wird man beispielsweise, wie folgt, verfahren können:

a) Hat der Waldkörper nur einen Hauptverkehrsweg, welcher entweder der Hauptwindrichtung folgt (Figur 59), oder diese ziemlich rechtwinklig schneidet (Figur 60), so sind die Nebenlinien derart zu entwerfen, daß die Wirthschaftsfiguren sich mit der schmalen Seite an den Hauptweg anlehnen. Durchschneidet aber dieser Hauptweg die

Windrichtung unter schiefem Winkel, und ist die Sturmgefahr vor allen Dingen zu berücksichtigen, so hat die Eintheilung sich an die herrschende Windrichtung mit anzulehnen, wie Figur 61 zeigt.

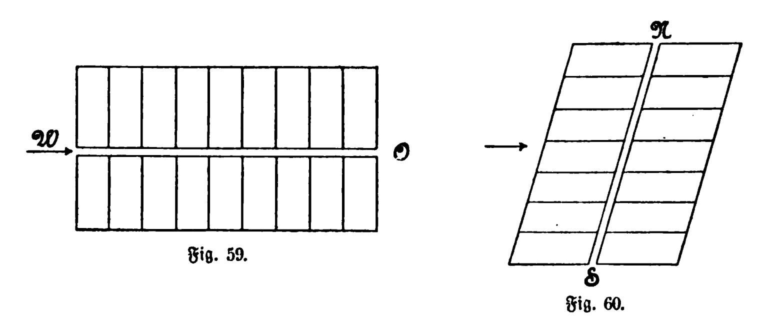
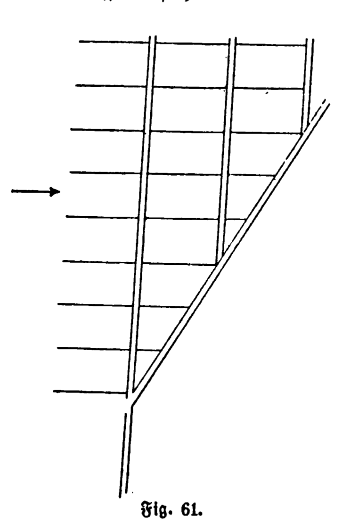


Fig. 59.
Fig. 60.

b) Schneiden sich zwei im Waldkörper vorkommende Hauptverkehrswege unter nahezu rechtem Winkel, und hat beispielsweise der Weg Schönholz-Finowkanal den Haupttransport zu besorgen, so ist die Eintheilung so auszuführen, wie Fig. 62 zeigt.

Treffen sich aber die beiden Hauptverkehrswege unter schiefem Winkel, so kann sich das Eintheilungs-Projekt nur dann noch auf dieselben stützen, wenn der Winkel an den Schnittpunkten noch eine solche Größe besitzt, daß eine Gefahr durch Sturmwind nicht zu befürchten ist. Nach den bis jetzt gesammelten Erfahrungen darf die Größe dieses Winkels nicht unter 30° betragen.


Fig. 61.

Haben die beiden Hauptwaldwege eine mehr oder weniger parallele Lage gegen einander, so sind die seitlichen Begrenzungslinien so zu entwerfen, daß die schmale Seite der Wirthschaftsfigur sich an die Hauptwege anlehnt, Fig. 63.

c) Beim Vorhandensein von mehreren Hauptverkehrswegen ist die Waldfläche derartig in Haupttheile zu zerlegen, daß jeder der-

selben höchstens zwei Hauptwege enthält, an welche alsdann die Eintheilung wie unter b angegeben, sich anzulehnen hat.

d) Nicht selten verlangen in den Flachlandsforsten die auf bruchigem und moorigem Terrain von größerer Ausdehnung ausgeführten Entwässerungs-Anlagen (Gräben) noch eine besondere Berück-

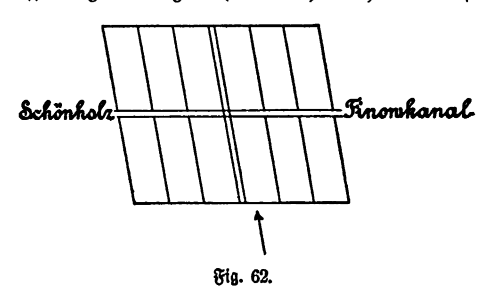


Fig. 62.

sichtigung. Zur Vermeidung kostspieliger Ueberbrückungen ist es geboten, die Hauptgestelle einmal in dieselbe Richtung zu legen wie die Hauptentwässerungs-Gräben, und weiter die Gestelle derartig zwischen den Hauptgräben anzuordnen, daß die Wirthschaftsfiguren von zwei Seiten bequem zugängig werden.

2. Die Entfernung der Begrenzungslinien und die davon abhängige Form und Größe der Wirthschaftsfiguren ist richtig zu bemessen.

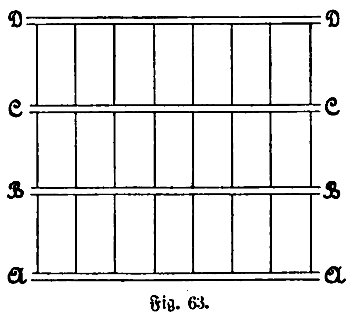


Fig. 63.

Unter Hinweis auf die Darstellung im ersten Abschnitte sei hier nur noch rekapitulirt, daß aus wirthschaftlichen Gründen (Schlagführung, Sicherung) die rechtwinklige Form der Wirthschaftsfigur im Allgemeinen zu begünstigen ist, daß jedoch Abweichungen von derselben, Verschiebungen durch die Lage der Absatzorte oder durch die Terrain-Verhältnisse bedingt, keineswegs ausgeschlossen sind; man vermeide hierbei aber zu spitze Winkel, damit die nachtheiligen Einflüsse des Windes und ungünstige Abfuhr-Verhältnisse thunlichst vermieden werden.

Als passendes Seiten-Verhältniß, nämlich der Längsseiten zu

den Querseiten des Rechtecks, ist erfahrungsgemäß das Verhältniß 2 : 1 oder 3 : 2 anzusehen. Dieses Seitenverhältniß ist nur dann noch zu erhöhen, wenn Bedürfniß nach Schmalschlägen vorhanden ist. Bei Zugrundelegung einer Durchschnittsgröße der Wirthschaftsfigur von 18 ha würden die Längsseiten 600 m und die Querseiten 300 m lang werden, und der Abstand von der Mitte der Wirthschaftsfigur bis zur Längsschneiße 150 m betragen.

Verschieden sind die Ansichten darüber, ob die längere Seite der Wirthschaftsfigur in die der Hiebsrichtung von Osten nach Westen oder in die der Nebenrichtungen von Norden nach Süden zu legen ist (Figuren 64, 65). Man macht als Vortheile für das erstere Verfahren geltend, daß dasselbe

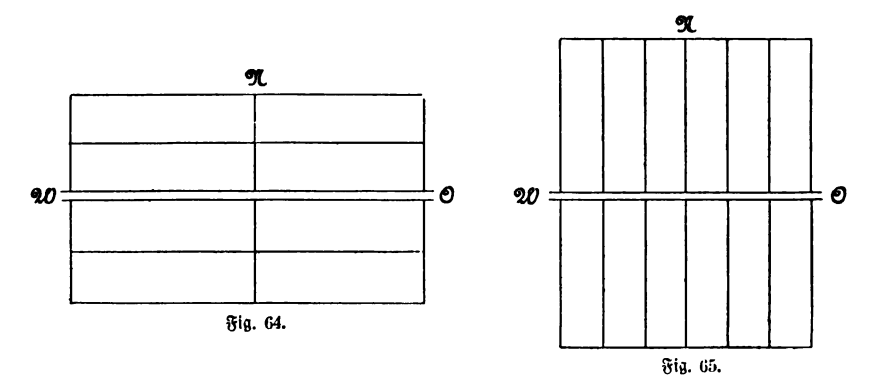


Fig. 64.

Fig. 65.

α) einen geringeren Verdämmungsrand fordert,

β) die jungen Anlagen gegen auszehrende Winde schützt, sowie die Bestände weniger gegen solche Stürme öffnet, die nicht aus der gewöhnlichen Sturmrichtung kommen,

γ) gegen Feuersgefahr bessern Schutz gewährt, und

δ) die Abfuhr der Produkte erheblich erleichtert, falls nur die Hauptbahnen und nicht auch die Nebenbahnen fahrbar gemacht werden.

Nach den in Norddeutschland gemachten Erfahrungen mit den vorhandenen beiden Systemen sind diese behaupteten Vorzüge wohl kaum so schwerwiegend, um die Verlegung der längeren Seite in die Hiebsrichtung generell vorschreiben zu müssen.

In Kiefern-Wirthschaften, wo es sich empfiehlt, den jungen Anlagen Schutz gegen die Dürre zu gewähren, und man den Hieb sehr oft von Norden gegen Süden führen kann, mag das erste System zu bevorzugen sein; dahingegen gewährt in Fichten-Wirthschaften das zweite Verfahren unbedingt mehr Schutz gegen Sturmgefahr.

Mit Rücksicht auf Abfuhr und Schutzgewährung ist es erwünscht, wie schon auf Seite 151 betont, daß das Netz thunlichst gradlinig verläuft und die Begrenzungslinien der benachbarten Figuren rechtwinklig aufeinander stoßen. Bedingen aber die Terrainverhältnisse, daß die Gestelle nicht in durchaus gerader Erstreckung fortgeführt werden können, so sind die Brechpunkte thunlichst auf die Kreuzungen der Bahnen zu verlegen.

II. Örtliche Absteckung der Wirthschaftsfiguren.

Bei Ausführung dieser Arbeiten ist zu beachten, daß vom Großen ins Kleine gearbeitet wird. Zunächst sind die Grundlinien des Netzes und hiernach die Nebenlinien abzustecken. Bei geringeren Entfernungen reicht die Absteckung mit Visirstäben unter Benutzung rechtwinkliger Abschläge aus, während bei größeren Abständen Winkel-Instrumente (Theodolit, Boussole) mit zur Hülfe genommen werden müssen.

Die Richtungsbestimmung erfolgt, sobald der Endpunkt vom Aufstellungsorte aus nicht sichtbar ist, auch durch Signale nicht wahrnehmbar gemacht werden kann,

a) bei nicht zu langen Linien (300 m) nach dem Schalle (Fig. 66). Man stellt sich zu dem Zwecke in A auf, läßt in B rufen, blasen oder Schüsse abfeuern und in der Richtung des Schalles den Stab

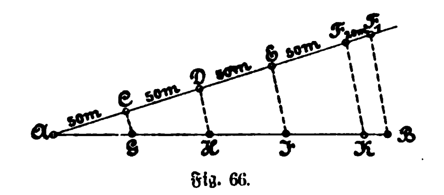


Fig. 66.

in C einstellen und die Linie AC so durchrichten, daß die Absteckstäbe einen gleichen Abstand erhalten. Trifft man nicht den Punkt B, sondern beispielsweise F, so fällt man von B aus das Perpendikel auf AF (BF_1), und mißt dessen Länge. Da nun die Längen AC, CD u. s. w. bekannt sind, so kann man die Perpendikel CG, DH u. s. w. leicht berechnen und abtragen. Es liegen dann GHIK in der geraden AB.

b) bei sehr langen Linien mit Benutzung des sog. Durchhiebwinkels, den die projektirte Schneißenlinie mit einer beliebigen andern in der Wirklichkeit vorhandenen Linie (z. B. Grenzlinie) bildet. Ist beispielsweise nach der Fig. 67 die Trennungslinie AE abzustecken, so würde der Winkel nach Abgreifen der Längen AE, AB und BE nach der Formel $\sin \frac{\alpha}{2} = \sqrt{\frac{(s-b)(s-c)}{bc}}$ in welcher $s = \frac{a+b+c}{2}$, oder bei gegebenen Coordinaten der Punkte nach der Formel $\operatorname{tg} \alpha = \frac{y_e - y_a}{x_e - x_a}$ zu berechnen, und sodann unter Aufstellung des Winkelinstruments über A und Messung der berechneten Winkelgröße die Richtung AE mittelst des Fernrohrs zu fixiren sein. Die Absteckung ist im Terrain zunächst durch Nummerpfähle zu sichern. Bei einem ausgedehnten Netz paralleler Linien ist es empfehlenswerth, den Theodolit zu verwenden, sobald eine gerade Basis vorhanden, und die Boussole anzuwenden, wenn die Grundlinie aus einer gebrochenen Linie besteht.*)

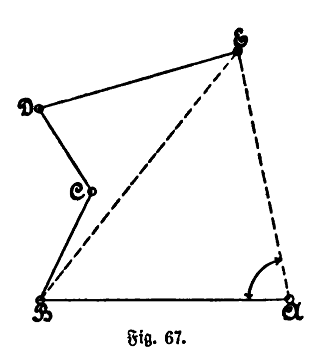


Fig. 67.

*) Beim Abstecken von geraden Linien mittelst der Absteckstäbe hat man Folgendes zu beachten: 1) Lothrechtes Einstellen des Stabes, wenigstens dürfen die Stäbe aus der abzusteckenden lothrechten Ebene nicht weichen, also nicht seitwärts hängen. 2) Die Entfernung der ausgesteckten Stäbe darf nicht zu kurz sein, da eine zu nahe Stellung derselben die Fortsetzung der Geraden unsicher macht; eine natürliche Grenze findet dieser Abstand in der Sehweite des Auges und der Uebersichtlichkeit des Terrains. Außerdem ist derselbe zur Verhütung von Abweichungen so zu bemessen, daß von dem neu einzurichtenden Stabe aus mindestens drei zurückliegende Punkte zu sehen sind. In der Ebene nimmt man einen Abstand der Fluchtstäbe von 50—100 m, während auf unregelmäßigem Terrain, im Berglande und Gebirge eine Entfernung von nur 5—10 m nothwendig werden kann.

Das Auge darf beim Einrichten dem Stabe nicht zu nahe kommen und muß von beiden Seiten des Stabes visiren, weshalb die Stäbe gleiche

III. Prüfung der örtlichen Absteckung.

Diese erstreckt sich auf die Boden-Zustände und die Steigungsverhältnisse. Steht zu erwarten, daß die auf den abgesteckten Linien vorkommenden bruchigen, sumpfigen Terrainstellen dem Ausbau und der Unterhaltung bedeutende Schwierigkeiten und Kosten bereiten werden, so ist nach Anzahl und Ausdehnung dieser mißlichen Stellen entweder eine seitliche Verschiebung der ganzen Richtung erforderlich, oder es sind die ungünstigen geraden Strecken durch gebrochene Linien zu ersetzen. Zeigt das Terrain in der Richtung der ausgesteckten Linie Steigungen, welche sich höher als das zulässige Maximal-Gefäll beziffern, so kann je nach Lage und Ausdehnung der auftretenden Dünenzüge oder Kuppen entweder eine Umgehung derselben mit Hülfe eines Pendel-Instruments in Frage kommen oder der Durchstich mit angemessenem Gegengefäll angebracht sein. Bei den Diluvialbildungen der Norddeutschen Tiefebene hat sich das letztere Verfahren am besten bewährt.

Die geprüften und ev. berichtigten Linien sind örtlich durch ca. 0,20 m lange Grund- oder Erdpfähle und 0,5 m lange Stationspfähle zu bezeichnen und in die Karte zu übertragen.

Stärke haben sollten. Fällt das Sonnenlicht seitwärts ein, so neigt sich die Linie leicht nach der beleuchteten Seite. Das beste Licht ist das gerade in den Rücken einfallende. Man richtet gewöhnlich den Stab frei in der Hand hängend in der Weise ein, daß man mit dem Auge an den Kanten des Stabes vorbei noch den vor sich stehenden Stäben visirt und so lange nach rechts oder links rückt, bis die festen Stäbe durch den einzustellenden Absteckstab gedeckt werden. Auf der so gefundenen Stelle stößt man den Stab lothrecht in die Erde ein und prüft ihn noch im Weitergehen, selbst noch beim Einrichten am nächsten Punkte.

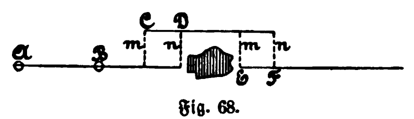


Fig. 68.

Kommt man beim Abstecken auf ein nicht wegzuräumendes Hinderniß (Fig. 68), so setzt man auf der Linie AB zwei gleich lange Perpendikel m und n ab und verlängert die Gerade soweit, bis hinter dem Hinderniß das Abstecken der gleich langen Perpendikel m und n wieder möglich ist. EF ist dann die Verlängerung von AB.

IV. Örtliche Sicherung der Wald-Eintheilung.

Sämmtliche Begrenzungslinien sind in ihrer ganzen Breite aufzuhauen; nur ausnahmsweise kann es verschoben werden, wenn bei sofortigem Aufhieb ein Werfen des Bestandes, oder ein Aushagern des Bodens zu befürchten ist, und der dadurch entstehende Schaden von den Vortheilen, welche der Aufschluß anderer Bestände bietet, nicht überwogen wird, oder wenn es sich um den Abtrieb ganz jungen Holzes handelt, dessen Hiebsergebnisse noch keine Nutzung gewähren. Die Breite des Aufhiebs ist nach der Fahrbarkeit (Wegbreite) und nach der Schutzbedürftigkeit (Feuer, Wind) zu bemessen.

Für die fahrbaren Hauptbegrenzungslinien ist eine Breite von 6 m, für die Nebenbegrenzungslinien von 4 m und für die Nicht-Fahrbahnen eine solche von 2,5 m ausreichend. Für Trennungslinien, welche auch zur Sicherung gegen Sturm, Feuersgefahr u. s. w. dienen sollen, ist die Breite nach dem Bedürfnisse der Oertlichkeit zu bemessen. Erfahrungsmäßig hat sich eine solche von 8—10 m als zweckmäßig erwiesen.

Neben dem Aufhiebe hat zur weiteren Sicherung die Vermalung der Begrenzungslinien, am zweckmäßigsten durch Steine oder durch Pfähle, Eisenmarken, zu geschehen,*) und zwar sind zu vermarken

---

*) In Sachsen hat sich die Verwendung von eisernen Platten, welche an Bäume geheftet werden, als wohlfeil erwiesen, gewährt aber keine geometrischen Punkte. In Preußen sind entweder Basaltsäulen oder auch zur Hälfte behauene quarzige Grauwacken, feste Schalsteine, Kalksteine, dauerhafte Sandsteine oder Niedermenniger Steine zu verwenden, welche mit Ausnahme der Basaltsäulen mit einem halbrunden oder nach 4 Seiten flach abgedachten Kopfe zu versehen sind. (Auf der Mitte des Kopfes ist ein rundes, im Durchmesser 12 mm großes, 7 mm tiefes Loch einzumeißeln, welches als Winkelpunkt gilt).

Die Steine sollen eine Länge von mindestens 90 cm, eine Stärke von nicht unter 22 cm Breite und 20 cm Dicke haben, und müssen mindestens bis zur Hälfte ihrer Länge in den Boden eingesetzt werden.

Die Nummern der Wald-Figuren werden auf die Steine mit schwarzer Oelfarbe auf ein geglättetes Schild, welches vorher mit guter weißer Oelfarbe anzustreichen ist, aufgemalt.

Die Schilder erhalten eine Höhe von mindestens 14 cm und eine Breite von mindestens 15 cm, welche letztere je nach der Zahl der Ziffern dahin zu

die Kreuzungspunkte der Begrenzungslinien, die Schnittpunkte derselben mit Grenzen, Straßen und wichtige Knickpunkte. Hierbei ist es empfehlenswerth, die in jedem Kreuzungspunkte einzustellende Marke (Stein) in die nordöstliche Ecke zu setzen (Fig. 69), damit die Orientirung nach der Himmelsrichtung mit Leichtigkeit erfolgen kann. Die Steine werden zweckmäßig noch mit kleinen Sicherungs-Gräbchen an beiden Seiten versehen, welche 1 m vom Mittelpunkte der Marke beginnen und so gezogen werden, daß die eine Seite des Grabens die Grenze der Trennungslinie darstellt.

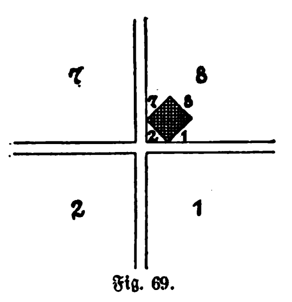


Fig. 69.

V. Örtliche und kartenmäßige Bezeichnung der Wirthschaftsfiguren und Gestelle.

In Preußen werden die Wirthschaftsfiguren in fortlaufender Nummerfolge*) mit arabischen Ziffern derart bezeichnet, daß in der südöstlichsten Ecke begonnen wird, die Nummerirung in den Reihen der Wirthschaftsfiguren von Osten nach Westen fortschreitet und der Reihenfortschritt von Süden nach Norden stattfindet. Die Hauptbegrenzungslinien (O-W-Richtung) erhalten große lateinische Buchstaben, während die Nebenbegrenzungslinien (N-S-Richtung) mit kleinen lateinischen Buchstaben benannt werden. Dabei ist die Folge dieser Bezeichnung eine solche, daß das am weitesten südlich liegende Hauptgestell mit A und das am weitesten östlich liegende Nebengestell mit a benannt wird.

Diese Benennungen werden auf den eingestellten Marken und auf den Karten in der Weise verzeichnet, wie auf Seite 67 angegeben.

In andern Staaten, so in Sachsen, werden größere Forstorte für sich ausgeschieden, mit römischen Ziffern bezeichnet, und erhalten die Wirthschaftsfiguren innerhalb derselben arabische Ziffern, und zwar

---

vergrößern ist, daß vor und hinter den Ziffern ein weißer Raum von 2 cm verbleibt. Die Ziffern müssen eine Höhe von 7 cm und eine Breite von 4 cm und die Zifferlinie eine Breite von 1 cm haben.

*) Nur abgelegene Waldparzellen bilden eine besondere Nummerfolge.

in jedem Forstort mit Nr. 1 wieder beginnend. Dieses Verfahren gewährt den Vorzug, daß bei vorzunehmenden Aenderungen kein Einfluß auf die Gesammt-Nummerirung stattfindet. Außer der Bezeichnung der Wirthschaftsfiguren durch Zahlen findet an manchen Orten auch noch eine Benennung derselben, namentlich im Bergland und Gebirge, nach Lokalnamen statt.

Dritter Abschnitt.

Die Waldeintheilung im Hügel-, Bergland und Gebirge.

In den Forsten des Berglandes und Gebirges, wo die Fahrbarkeit des Terrains ohne Ausbau im Großen und Ganzen ausgeschlossen oder wenigstens sehr beschränkt ist, und die Bodenkonfiguration in mannigfacher Weise den forstwirthschaftlichen Betrieb beeinflußt, ist das regelmäßige Maschennetz der Waldeintheilung selten — nur auf den ausgedehnten Plateaus — anwendbar. Dem Zweck der Wirthschaftsfigur entsprechend muß sich hier die Bildung derselben in erster Linie auf die Ausformung des Terrains, auf das Bleibende stützen; es sind deshalb zunächst die gegebenen natürlichen Grenzen, als Längsthalzüge, Gebirgsrücken, Hauptschluchten u. s. w. als Begrenzungslinien zu wählen, und mit diesen Chausseen, Vicinalwege u. s. w., zuletzt erst die künstlichen Trennungslinien derart zu verbinden, daß sich wirthschaftlich angemessene Figuren ergeben. Können die künstlichen Begrenzungslinien zum größten Theil fahrbar gemacht werden, um so vortheilhafter für die Wirthschaft, Fällung, Abfuhr und Ersparniß an Fläche. Daß die Form der Wirthschaftsfigur hiernach mehr oder weniger von der Regelmäßigkeit abweichen wird, ist einleuchtend.

Während in den Flachlandsforsten die Verwendung von Terrainkarten mit äquidistanten Schichtenlinien zu den Ausnahmen gehört, bildet in den Hügellands- und Berglandsforsten, sowie im Gebirge

die Benutzung derartiger Kartenwerke als Hauptgrundlage für den Entwurf des Waldeintheilungsnetzes die Regel. Fehlen diese Terrainkarten, so ist die Anfertigung derselben entweder durch Neuvermessung oder durch Ergänzung bereits vorhandener Forstkarten, und zwar bei größeren Waldgebieten durch Einzeichnen von Schichtenlinien, bei kleineren Waldkomplexen durch Eintragen der Höhenzahlen von den für die Wegenetzlegung wichtigen Terrainpunkten erforderlich, wie es in Abschnitt II der Schrift specieller angegeben ist.*)

Die Arbeiten zur Herstellung eines Waldeintheilungsnetzes im Gebirge, welche schwieriger sind und mehr Zeit und Kostenaufwand erheischen, als bei der regelmäßigen Eintheilung, reihen sich zweckmäßig in folgender Weise aneinander:

I. Entwurf des Waldwegenetzes.

Allgemein zu beachtende Gesichtspunkte.

Dem Entwurfe der Waldeintheilung muß die Projektirung des Waldwegenetzes auf der Terrainkarte vorausgehen, um beurtheilen zu können, ob nicht die Verwendung desselben zur Abgrenzung der Wirthschaftsfiguren rathsam ist. Die Konstruktion eines solchen Verkehrsnetzes setzt die sorgfältigste Prüfung der Oberflächen-, geognostischen, wirthschaftlichen Verhältnisse, des wirthschaftlichen Betriebes der Waldungen, sowie die Kenntnisse des Forstproduktenabsatzes voraus. Es haben daher zunächst folgende Untersuchungen stattzufinden:

1. Die allgemeine Orientirung über die wirthschaftlichen Verhältnisse der Gegend.

Dieselbe erstreckt sich

a) auf die Lage, Bestandes- und Absatzverhältnisse der Konkurrenzwaldgebiete.

Auf Grund vorhandener Karten, Revierakten und örtlicher In-

*) Beim Vorhandensein topographischer Karten sog. Generalstabskarten sind diese zunächst zu prüfen; dieselben sind recht oft durch kleine Ergänzungsmessungen mit Leichtigkeit zu vervollständigen und ersetzen dann die mit nicht unbedeutenden Kosten verbundene Anfertigung von Waldterrainkarten.

augenscheinnahme ist die Lage des einzurichtenden Arbeitsfeldes zu den Nachbarwäldern, welche bis dahin vielleicht die Deckung des Holzbedarfs nach einer Richtung hin allein besorgt haben, zu prüfen; es ist namentlich in Erwägung zu ziehen, ob die Bestandesverhältnisse dieser Konkurrenzwälder auch für die Folge den Holzkonsum allein zu befriedigen in der Lage sind, oder ob nicht durch zweckmäßig angelegte Wegadern im einzurichtenden Waldkörper das Holzabsatzgebiet nach diesen, bisher vielleicht garnicht berücksichtigten Richtungen hin zu erweitern ist. Recht oft sind hierbei auch Vereinbarungen über gemeinschaftlich zu benutzende oder zu verbessernde Feld- und Waldwege zu treffen. Nur keine einseitige Beurtheilung der Holzabsatzverhältnisse im Arbeitsfelde — die Mitberücksichtigung der benachbarten Waldkomplexe ist unerläßlich!

b) Auf die Prüfung der in der Nachbarschaft des Waldes vorhandenen allgemeinen Verkehrsmittel (Schienen-, Wasser-, Landstraßen rc.).

Diese dem allgemeinen Verkehre dienenden Wege sind in Bezug auf Lage, Richtung, Gefäll, Bauart, auf passende Anschlußpunkte und Anschlußstrecken für die Waldwege örtlich genau zu prüfen, und ist dabei besonders zu erwägen, inwieweit mit Sicherheit vorauszusehende Eventualitäten der Zukunft, z. B. Aenderungen dieser Verkehrsadern durch gänzliches oder theilweises Verlegen derselben wegen zu hohen Gefälles, oder die Anlage neuer Verkehrswege, beim Entwurfe zu berücksichtigen sind. Von Wichtigkeit ist diese Frage in Gegenden, in welchen die Ausführung der künstlichen Verkehrsmittel noch zurücksteht. Hier darf man den möglichen und wahrscheinlichen Verlauf künftiger Eisenbahnen, Chausseen nicht außer Acht lassen, denn diese werden nicht selten eine Aenderung der bisherigen Holzabsatzverhältnisse herbeiführen. Nothwendig ist es deshalb, dem Waldwegenetze die Möglichkeit eines leichten Anschlusses an die veränderten Verhältnisse bei deren Eintreten zu sichern, ohne für die Gegenwart auf die Vortheile einer anderweitigen, vorübergehenden Konstruktion zu verzichten. Die Feststellung der Anschlußpunkte und Strecken an diese allgemeinen Verkehrswege ist deshalb mit großer Umsicht vorzunehmen, sie hat sich nicht nach dem Bestehenden, sondern lediglich nach dem Terrain zu richten.

c. **Auf die Untersuchung des gegenwärtigen und zukünftigen Holzabsatzgebietes.**

Es ist die Lage der augenblicklichen Konsumtionsorte — Städte, Flecken, Dörfer, holzverarbeitender Fabriken, Schneidemühlen u. s. w. — zum Waldgebiete, ihre Entfernung, sowie das Maß ihres bisherigen Verbrauchs an Waldprodukten durch die Verkaufs- und Erhebungslisten festzustellen, eine Klassifikation der Verbrauchsorte nach dieser Richtung hin vorzunehmen und auf der Uebersichtskarte mit zu verzeichnen; in besondere Erwägung ist hierbei auch die Frage zu ziehen, ob nicht Veränderungen und Erweiterungen der Konsumtionsverhältnisse durch guten Aufschluß des Waldkörpers einerseits oder durch Aenderungen im Industrie- und Handelsverkehr des Absatzgebietes andererseits eintreten können (Anlage von Holzschneidemühlen, Cellulosefabriken u. s. w.).

d) **Auf die genaue Untersuchung der Verkehrseinrichtungen, des Terrains und der Betriebs- und Bestandesverhältnisse im Walde.**

In Begleitung des ortskundigen Forstpersonals und unter Benutzung der Terrainkarten ist die Brauchbarkeit der den Wald durchschneidenden oder berührenden Kommunikationswege und der bereits gebauten Waldwege bezüglich ihrer Lage, Richtung, ihres Gefälles und Ausbaues zu prüfen, und sind darnach örtlich und auf der Karte passende Anschlußpunkte mit thunlichster Rücksicht auf Ersparniß an Wegebaukosten und auf gute Einmündung — Vermeidung steiler Böschungen, Bevorzugung flacher, ebener Terrainstellen — auszuwählen. Es ist ferner der Verlauf der Hauptwasserscheiden und der von diesen gebildeten Hauptthäler in Bezug auf Steigung, Ein- und Ausgang, Uebergangsstellen u. s. w., sowie die Terraineinsattelungen bezüglich ihrer Brauchbarkeit zu Wegesammelpunkten näher zu untersuchen; kurz, man hat sich eine möglichst genaue Kenntniß vom Charakter der ganzen Gebirgsbildung, der Gebirgsformation und von der Bodenkonfiguration zu verschaffen. Einleuchtend ist, daß man sich hierbei auch über die Bestandesverhältnisse, die Lagerung der Altersklassen, über Preisverhältnisse der Holzarten, über Transport- und Waldwegebaukosten u. s. w. orientirt.

Auf diese Untersuchungen, namentlich auf das Studium des

Terrains, ist ein hohes Gewicht zu legen, denn eine genaue Kenntniß des letzteren gewährt schnelle Einsicht und Ueberblick über die gesammten örtlichen Verhältnisse und führt alsbald zur Erkennung der wichtigsten Hauptabfuhrrichtungen. Es ist nothwendig, auf der Terrainkarte die Ergebnisse dieser instruktiven Terrainstudien in der Weise zu verzeichnen, daß man

α) auf Grund der Absatz-, Terrainverhältnisse, sowie der bedeutenderen Verkehrsstraßen — Eisenbahnen, Wasserstraßen, Chausseen — Waldwegenetzbezirke bildet, die als untheilbares Ganzes zu betrachten sind. Treten hierbei Wechsel in den Eigenthums- oder Besitzverhältnissen auf, so ist zu versuchen, eine Einigung über die gemeinsam zu benutzenden und auszubauenden Wegezüge herbeizuführen,

β) daß man weiter die zu Wegsammel-, Kreuzungs- und Berührungspunkten geeigneten Terrainstellen, sowie die vorhandenen oder dazu passenden Thal- und Flußübergänge und die etwa einzurichtenden Holzstapelplätze auf der Karte markirt. Von höher gelegenen Punkten aus, die einen Ueberblick über das Terrain gestatten, vergleicht man schließlich mit dem Terrain diese auf der Karte als besonders wichtig notirten Punkte.

2. Festsetzung der Gefällverhältnisse für die Wegezüge des Waldwegenetzes.

Von besonderer Wichtigkeit ist die Größe des Gefälles bei Anlage von Waldwegen in sofern nämlich, als Wegezüge mit sehr hohen Gefällzahlen eine sehr bedeutende Zugkraft erfordern, die Fahrbahnen durch die Hemmungsvorrichtungen, durch den Abfluß der Niederschläge sehr stark angegriffen werden, während sehr niedrige Gefällzahlen die Verlängerung der Wegestrecken und somit Vermehrung der Anlage-, Unterhaltungskosten und Baufläche, sowie der Transportkosten zur Folge haben. Generell ist die wichtige Frage: welche zulässig höchste Gefällzahl ist der Wegerichtung zu geben? nicht zu beantworten.

Sie ist abhängig von einer Reihe von Faktoren, die von Fall zu Fall eingehend zu prüfen sind, bevor über die Gefällzahl endgültig entschieden wird. Zweck, Bedeutung des Weges, die Art und Weise der künftigen Benutzung desselben — ob Thal- oder Bergfahrt ins Auge zu fassen ist, die Länge und Frequenz des Weges, Menge

und Art der zu befördernden Lasten, Terrainbeschaffenheit und andere Umstände — sind mitbestimmend und der eingehendsten Untersuchung zu unterstellen.

Folgende allgemeine Punkte dürfen hierbei nicht unbeachtet bleiben:

a) Es ist diejenige Waldwegerichtung als die vollkommenste anzusehen, auf welcher die größten Lasten mit dem geringsten Zeit- und Kostenaufwande fortgeschafft werden können. Eine gegebene Höhe mit einer der gewöhnlichen Ladung entsprechenden Steigung zu erreichen, muß demnach ein wichtiger Gesichtspunkt sein. Streckenweise Verminderungen oder Erhöhungen der Wegesteigungen bei langen Wegezügen geben nur Anlaß zur Vergeudung von Arbeitskraft, Herabdrückung der Nutzlast und zu praktischen Unzuträglichkeiten (wechselnde Bremsungen beim Abwärtsfahren u. s. w.), und sind nur gerechtfertigt bei baulichen Schwierigkeiten, starken Krümmungen, an gefährdeten Stellen, bei Kehrplatten, Serpentinen u. s. w. Von welchem Einfluße das Gefäll der Wege auf die Transportkosten ist, darüber giebt eine Abhandlung von Salles in den Annalen d. ponts et chauss. vom Jahre 1888 Seite 382 Auskunft. Es belaufen sich nach den von Salles auf gut unterhaltenen Staatsstraßen des Departements d'Aveyron angestellten Erhebungen die Transportkosten pro Tonne und km:

auf horizontaler Fahrbahn			auf	16 – 32 Pf.,	im Mittel	24 Pf.
bei einer Steigung	(s)	von	5 %	„ 32—64	„ „	48 „
„ „ „	(s)	„	10 %	„ 48—96	„ „	72 „
„ einem Gefäll	(g)	„	5 %	„ 12—28	„ „	20 „
„ „ „	(g)	„	10 %	„ 16—32	„ „	24 „

Hieraus wurden von Salles die empirischen Formeln für die mittleren Transportpreise P_s bei Steigung und P_g bei Gefäll

$$P_s = \left(0{,}24 + \frac{24 \cdot s}{5}\right) \text{ Mark},$$

$$P_g = (0{,}20 + 16\,(g - 0{,}05)^2) \text{ Mark}$$

abgeleitet.

Wird die Länge der Steigung L_s bezw. des Gefälles L_g auf die Länge L_0 eines ebenen Weges bezogen, so ergiebt sich hieraus

$$L_0 = (1 + 20 \cdot s)\, L_s \text{ bezw. } L_0 = \left[1 - \frac{20 \cdot g\,(1 - 10\,g)}{3}\right] L_g,$$

d. h. es würde einer wirklichen Länge von 1000 m

bei Steigung oder Gefäll	von 1%	2%	3%	4%	5%	6%	7%	8%	9%	10%

eine fictive Länge ebenen Weges entsprechen von:

bei Steigung =	1200	1400	1600	1800	2000	2200	2400	2600	2800	3000 m
bei Gefäll =	940	890	860	840	830	840	860	890	940	1000 m

b) Neben der Rücksicht auf Terrainbeschaffenheit, Art des vorherrschenden Verkehrs u. s. w. ist das Gefäll auch von der landesüblichen Nutzladung mit abhängig zu machen. In letzter Beziehung ist die Bedingung zu beachten, daß Nutzlast und Wagengewicht im richtigen Verhältnisse, im Hügellande und Gebirge etwa wie 2 bezw. 3 : 1, stehen. Das Gewicht unbeladener Wagen beträgt:

bei 2 spännig. leichten Landfuhrwerken 600 kg, bei 4 spännig. 800 kg,
bei 2 „ schweren „ 900 „ bei 4 „ 1200 „
bei 2 „ Lastfuhrwerken 1250 „ bei 4 „ 1600 „
bei Frachtfuhrwerken mit $^{12}/_{18}$ cm breiten Felgen . . . . . 2000 „

Lastwagen von 700—1200 kg Gewicht haben meistens ein Tragvermögen von 2,5—5 t; Langholzwagen ein solches von 5—6 t. Als Maximalbelastung ist in Preußen 8500 kg für ein Fuhrwerk auf Chausseen gestattet. Im Interesse der Straßen-Unterhaltung sollte die Belastung eines Rades 200 kg pro cm Felgenbreite nicht übersteigen; die Maximalbreite der letzteren ist zu 12 cm anzunehmen.

Ueber die Leistungsfähigkeit von Zugthieren auf verschieden beschaffenen Fahrbahnen und mit verschiedenen Gefällverhältnissen giebt die auf Seite 173 angeführte Tabelle noch weitere Auskunft.

c) Soll im Wege der Rechnung die zuläſsige Gefällzahl ermittelt werden, so sind die physikalischen Gesetze von der schiefen Ebene und die Lehre von der Reibung zu berücksichtigen.*) Bekannt-

*) Der Reibungscoefficient (f) der Fuhrwerke ist im Mittel anzunehmen bei Wegen im losen Sande 0,15; bei schlechten Erdwegen 0,10; bei trockenen, festen Erdwegen 0,05; bei kothigen Steinbahnen 0,04; bei trockenen, guten Chausseen 0,033; bei gutem, ebenen Steinpflaster 0,02; bei schlechtem Steinpflaster 0,04; bei gutem Holzpflaster 0,018; bei Waldeisenbahnen 0,01—0,007; bei Haupt-Secundärbahnen 0,004—0,0037; auf Wasserstraßen 0,0004—0,00037.

lich gilt für die Ermittelung der zur Fortschaffung der Normalladung Q nöthigen Zugkraft K auf einer unter dem Winkel α ansteigenden Wegrichtung die Gleichung:

1) $K = Q \cdot f \cdot + tg \cdot \alpha (Q + G)$; unter G das Gewicht des Thieres und unter f den Reibungscoeffizienten der Fahrbahn verstanden. Vernachlässigt man das Gewicht des Thieres gegen das der beförderten Last, so hat man für die Steigung

2) $tg\,\alpha \cdot$ (Gefällzahl) $= \frac{K - Q \cdot f}{Q}$, auf welcher die Last (Q) mit normaler Geschwindigkeit befördert werden kann. Nach älteren Erfahrungen, die durch neuere Straßenbau-Techniker auch bestätigt werden, ist es statthaft, den Zugthieren die doppelte bis dreifache Zugkraft auf den Waldwegen zuzumuthen, weil diese während der täglichen Arbeitszeit nicht ununterbrochen den beladenen Wagen fortzuschaffen brauchen, sondern stets den leeren Wagen in den Wald fahren und sehr oft auch nur die Thalfahrt mit der Last zurücklegen.

Bei Annahme einer doppelten Zugkraft (2 K), ergiebt sich daher für die Maximalsteigung

$$3)\ tg\,\alpha = \frac{2\,K - Q \cdot f}{Q}.$$

Wird beispielsweise für eine chaussirte Fahrbahn die Nutzlast zu 24 Ctr. (2 fm Nadelholz), das Wagengewicht zu 8 Ctr. oder die Bruttolast pro Pferd mit 32 Ctr. = 1600 kg angenommen, wie dieses in vielen Staaten (Württemberg) üblich ist, so findet man, wenn die Zugkraft des Pferdes mit 75 kg und der Reibungscoeffizient der Fahrbahn mit 0,03 in Rechnung gestellt wird, als Maximalsteigung

$$tg\,\alpha = \frac{150 - 0{,}03 \cdot 1600}{1600} = 6{,}3\ \%.$$

Ebenso kann man auch bei angenommener Maximalsteigung die Bruttolast (0_γ), welche doppelte Zugkraft erheischt, berechnen, nämlich

$$4)\ 0_\gamma = \frac{2\,K}{f + tg\,\alpha}.$$

Die nachstehende Tabelle giebt hierüber noch weitere Auskunft:

Bruttolast pro Pferd in Kilogramm	Maximalsteigung			Bemerkungen.
	für Erdwege f = 1/20	für Chausseen f = 1/33	für Pflasterbahnen f = 1/50	
4000	—	0,69 %	1,60 %	
3500	—	1,17 "	2,08 "	
3000	0 %	1,79 "	2,69 "	
2500	0,88 "	2,08 "	3,50 "	
2250	1,44 "	3,17 "	4,04 "	
2000	2,13 "	3,83 "	4,68 "	
1750	2,98 "	4,65 "	5,48 "	
1500	4,05 "	5,68 "	6,48 "	
1250	5,47 "	7,04 "	7,81 "	
1000	7,41 "	8,88 "	9,63 "	
750	10,22 "	11,60 "	12,27 "	

Rheinhardt giebt in seinem Ingenieurkalender an, daß ein mittelschweres Pferd nach Abzug des Wagengewichts nur 850 kg Nutzlast zu fördern vermag auf gut unterhaltenen Wegen von 5 % Steigung und 7–8 km Länge.

Nach den Vorschriften, die in einigen Staaten bezüglich des Maximalgefälles für Landstraßen erlassen wurden, sind folgende Zahlen beachtenswerth:

Baden bestimmt für Hauptlandstraßen mit großem Verkehr 5 %, für Seitenstraßen 6 %, für Gebirgsstraßen 8 %; Preußen schreibt für gebirgige Gegenden 5 %, für das Hügelland 4 % und für das Flachland 2,5 % vor; Württemberg hält ein Gefäll von 5 bis 6 % fest. Frankreich bestimmt die größte Steigung nach Elie de Beaumont zu 5 %.

Der Straßenbau-Techniker Bockelberg ermittelt in seiner Abhandlung in der Zeitschrift des Architekten- und Ingenieurvereines für Hannover für das Flachland 2½—3 %, für das Hügelland 3–3,5 %, für das Bergland 3,5—5 %, für das Gebirge 5—7 %; während Lauenhardt für längere, frequentirte Straßenzüge 5 % Steigung empfiehlt.

Nach den bisherigen Erfahrungen im Waldwegebau dürften mit

Rücksicht auf Frequenz, auf die Richtung des Holztransports und auf die Unterhaltungskosten folgende Gefällzahlen empfehlenswerth sein:*)

a) Für Hauptwaldwege und längere Wegstrecken, welche mit beladenem Wagen nur thalabwärts befahren werden, und deren Fahrbahn entweder künstlich befestigt wird oder eine natürliche, feste Oberfläche besitzt 8 % und auf kürzeren Strecken bis zu 10 %; reine Erdwege 7 %; auf kürzeren Strecken bis 9 %.

b) Für Hauptwaldwege, auf welchen der Lastentransport nach beiden Richtungen — thalab- und bergaufwärts — stattfindet, nicht über 6—7 %, wenn eine feste Fahrbahn vorhanden ist. Für kürzere Strecken sind 7—8 % noch zulässig. Reine Erdwege dürfen nicht über 6 % haben.

c) Für Nebenwege bis zu 10—12 %, wenn sie ausschließlich zu Thal gehen, und bis zu 9 %, wenn sie bergwärts befahren werden sollen.

d) Für Schlittwege 17—25 %.

e) Horizontale Wegzüge sind im allgemeinen thunlichst zu meiden, weil sie den Abfluß des Tagewassers verhindern und die Unterhaltungskosten außerordentlich vertheuern. Sie sind nur zulässig an trockenen Hängen, in offener, trockener Lage und auf härteren Gesteinsarten, ferner wo die Wege zur Begrenzung der Wirthschaftsfiguren dienen, und der Ausbau der Fahrbahn mit Neigung nach der Thalseite stattfinden kann. Mit Rücksicht auf die Unterhaltung der Wege ist 2—3 % Gefäll die empfehlenswertheste Minimalgrenze.

f) Gegengefälle kann nur zulässig sein zur Umgehung gefährlicher oder viele Baukosten erfordernder Terrainstellen, oder bei nicht zu erwerbendem Gelände, ferner zur Erreichung wichtiger Zwischenpunkte — Sammelstellen, Lagerplätze u. s. w.

*) Baurath Rheinhardt in Stuttgart, dem der Straßen- (Waldwegebau), Brücken- und Wasserbau in Württemberg unterstellt ist, giebt in seinem Kalender für Straßen-, Wasserbau- und Kulturingenieure folgende Zahlen an:

a) Feld- und Waldwege mit Bergtransporten und bei größerer Frequenz 7 %, bei geringer Frequenz noch 10 % zuläßig;

b) Feld- und Waldwege mit Thaltransport 10—12 %. Mittelst kräftiger Bremsen können Lasten von 6000 kg auf Wegen mit 7—8 %, desgl. von 3500 kg bei 12 % zu Thal geschafft werden, wobei die Pferde noch einen leichten Zug auszuüben haben.

3) Konstruktion des Waldwegenetzes auf der Terrainkarte.

An die Erledigung dieser Vorarbeiten schließt sich die Konstruktion des Waldwegenetzes auf der Terrainkarte, wobei folgende allgemeine Gesichtspunkte zu beachten sind:

Die einer jeden Waldwegenetzlegung zu Grunde liegende Idee soll darauf hinausgehen, den gesammten Waldkomplex durch ein möglichst wenig complicirtes System gut fahrbarer und auf die Dauer leicht erhaltbarer Wege aufzuschließen und letztere auf dem relativ kürzesten und bequemsten Wege mit den Verbrauchsorten selbst oder mit den allgemeinen Verkehrsadern (Schienen-, Wasser-, Vicinalstraßen) zu verbinden. Zu den wesentlichsten Erfordernissen eines nach diesen Grundsätzen zu entwerfenden Waldwegenetzes dürfte demnach gehören, daß

a) das Waldwegenetz die Holzabfuhr aus allen Forstorten mit der geringsten Schwierigkeit ermöglicht, die Kosten des Anrückens der verschiedenen Holzsortimente durch Schleifen, Schlitten, Riesen, Seilen, Stürzen u. s. w., sowie die Anlage- und Unterhaltungskosten der Wege einen geringen Betrag erheischen;

b) die Abfuhr auf der nach örtlichen Verhältnissen gegebenen kürzesten Strecke erfolgt;

c) die Abfuhr nach möglichst vielen Absatzorten bewirkt werden kann, dem Holze also ein möglichst großes Absatzbereich (Steigerung der Concurrenz) geschaffen wird, und der Anschluß an die allgemeinen Verkehrsadern in zweckmäßiger Weise geschieht; daß weiter

d) die Anzahl der hiernach erforderlichen Waldwege auf das zulässig geringste Maß beschränkt, die productive Fläche nur um das unumgänglich nothwendige Maß verringert wird, und endlich

e) die Wegrichtungen thunlichst auch zur Begrenzung der Wirthschaftsfiguren mit verwendet werden können.

Ein jedes Waldwegenetz ist nun zusammengesetzt aus mannigfachen Wegadern, welche für den Holztransport bald einen höheren, bald einen geringeren Grad von Bedeutung einnehmen, darnach in Haupt- und Nebenwege (Wege höherer und niederer Ordnung) eingetheilt, und nach ihrer Lage und Richtung im Terrain als Thal-, Höhen-, Höhenthal- und Randwege bezeichnet werden. Die beim Entwurf dieser verschiedenen Wegrichtungen zu beachtenden hauptsächlichsten Grundsätze dürften folgende sein:

1. Für die Hauptwaldwege.

Als solche sind diejenigen Wegrichtungen zu betrachten, welche den Waldcomplex in der Hauptabsatzrichtung durchschneiden, Productions- und Consumtionsstätten entweder direct oder indirect mit der günstigsten oder doch das vorhin angegebene Maximalgefäll nicht überschreitenden Steigung verbinden, mehr oder weniger einer ständigen Benutzung unterliegen, eine große Anzahl von Nebenrichtungen aufnehmen und je nach der Gesteins- oder Bodenart eine künstliche Befestigung der Fahrbahn erhalten.

Bei Konstruktion dieser Hauptadern ist im Allgemeinen darauf zu achten, daß sie in einfacher und zwangloser Weise und in planmäßigem Zusammenhange den Waldkomplex dergestalt durchschneiden, daß ein Aufschluß nach allen Absatzrichtungen auf dem bequemsten, fahrbarsten, relativ kürzesten Wege ermöglicht wird. Diesen Grundsätzen entsprechen vor allem diejenigen Richtungen, welche die wichtigsten Punkte des Productionsgebietes mit den Konsumtionsstätten mittelst zweckentsprechenden Anschlusses an die allgemeinen Verkehrsstraßen verbinden. Als solche Punkte im Walde sind in erster Linie die „Gebirgssättel“ (Haupt- und Halbsättel) zu betrachten. Vermöge ihrer eigenthümlichen Terrainausformung, welche zu gleicher Zeit nach allen Richtungen hin „Fallen“ und „Steigen“ gestattet, sind die Sättel vor allem zu vortrefflichen „Knoten-“ oder „Sammelpunkten“ geeignet. In ihnen sind die einzelnen Hauptwegadern gleich den Fäden eines Netzes zusammenzufassen, um von hier aus nach den verschiedensten Richtungen und mit den verschiedensten Steigungsverhältnissen wieder auseinander zu gehen, und dadurch die Abfuhr nach mehreren Absatzgebieten zu ermöglichen. Da diese Einbuchtungen die „tiefsten“ Punkte im Verlaufe der Gebirgszüge darstellen, so bilden sie auch die zweckmäßigsten und natürlichsten Uebergangs- oder Durchgangsstellen. Sie müssen passirt werden, wenn nothgedrungen ein Gebirgszug zu überschreiten ist, um einzelne Waldtheile in der zweckmäßigsten Wegrichtung und mit dem angemessensten Gefäll aufzuschließen. Eine Umgehung der Sättel führt in solchen Fällen fast immer zu erheblichen Mißständen, welche entweder in ungünstigen Steigungsverhältnissen oder in einer unnöthigen Verlängerung der Wegestrecken oder

in kostspieligerer Konstruktion der Wege bestehen. Daneben sind die Sättel für die Waldeintheilung insofern nicht unwichtige Punkte, als durch zweckmäßige Wegverbindung derselben nicht selten passende Kopfdistrikte geschaffen und so unfahrbare Eintheilungslinien (Rückenlinien) durch fahrbare ersetzt werden. Es ist begreiflich, daß nicht alle Sattelbildungen beim Entwurfe des Netzes zu benutzen sind, daß es vielmehr eine der wichtigsten Aufgaben des letzteren bleibt, diejenigen Sattelstellen im Innern des Waldes mit Umsicht und Sachkenntniß auszuwählen, welche vermöge ihrer Lage und Beschaffenheit — flachere und breit ausgeprägte Einbuchtungen — und vor allem ihrer Erhebung für den vorliegenden Zweck am geeignetsten sind. Als Hauptanschluß- und Berührungspunkte im Walde sind die Kreuzungspunkte von Quer- und Hauptthälern, wichtige Uebergangspunkte über Thäler, Wasserläufe (Brücken, Dämme), Schnittpunkte von den den Wald durchschneidenden Vicinalwegen, Haltestellen und Holzablageplätze an den allgemeinen Verkehrsstraßen ins Auge zu fassen.

Bei Auswahl der Anschlußpunkte an die bereits ausgebauten Kommunikationswege ist zu beachten, daß der Anschluß mit möglichst wenig Kosten und die Einmündung in der Richtung des Hauptverkehrs erfolgen kann, die Wege eine von einander schnell abweichende Richtung erhalten und etwa mangelhaft angelegte Strecken der Vicinalwege umgangen werden.

Führen von den Ortschaften nach dem Walde fehlerhafte, den Holztransport erschwerende Feldwege (Gemeindewege mit bedeutenden Steigungen, einspurige Hohlwege), deren Richtung für den Holzabsatz von besonderer Wichtigkeit und daher zu berücksichtigen ist, so kann die Gewährung einer entsprechenden Entschädigung für die Beseitigung der Mängel an diesen Wegen oder selbst Bodenankauf und Ausbau auf fiskalische Kosten gerechtfertigt sein *).

*) Diese Mißstände würden nicht wahrnehmbar sein, wenn bei den Separationen (Verkoppelungen) auf die Anlage eines rationellen Feldwegenetzes und dessen Verbindung mit dem Waldwegenetze Gewicht gelegt würde. Leider ist das in sehr vielen Staaten nicht der Fall; die meisten Eintheilungen der Gemarkungen im Berglande lassen die hohe Bedeutung der Abfuhrrichtung und der Transportkosten durchaus nicht erkennen.

Einen weiteren wichtigen Gesichtspunkt beim Entwurfe der Hauptwaldwege bildet die möglichste Rücksichtnahme auf Kostenersparniß. Dahin gehört:

a) Thunlichste Hineinziehung der bereits vorhandenen Weglinien in das Wegenetz, sofern sie den unerläßlichen Anforderungen in Bezug auf Richtung, Lage, Gefäll und Ausbau einigermaßen entsprechen;

b) Bevorzugung derjenigen Linien unter der Zahl der projektirten Konkurrenzlinien, welche die kürzeste Verbindung gegebener Punkte herstellen und dabei den leichtesten und vortheilhaftesten Bau und die billigste Unterhaltung gestatten (Süd = Südostseiten); Vermeidung von schwer zu bearbeitenden Felsmassen, schroffen Berghängen, schwierigen Thalübergängen, langen tiefen Thaleinschnitten, kostspieligen Ueberbrückungen und steilen Terrainstellen, welche die Einmündung von Nebenwegen erschweren;

c) Vermeidung resp. Einschränkung von Wegerichtungen, welche über fremde, nur mit sehr bedeutenden Kosten zu erwerbende Grundstücke führen.

Es soll endlich der Entwurf dieser Wege lediglich mit Rücksicht auf den Verkehr oder doch mit Beachtung der forstlichen Zwecke nur insofern geschehen, als von mehreren möglichen Hauptlinien diejenige zu bevorzugen ist, welche unter sonst gleichen Verhältnissen die für die Waldeintheilung zweckmäßigste Lage und das größte Holzaufnahmegebiet besitzt *).

Im Speciellen dürfte bei Konstruktion der verschiedenen Hauptwegadern (Fig. 70) noch Folgendes zu berücksichtigen sein:

*) Die den Wald durchschneidenden oder berührenden Kommunikationswege (Vicinalwege), unter welchen solche Wege nach dem Obertribunalserkenntnisse (Bd. 19 S. 330) zu verstehen sind, welche zwei benachbarte Ortschaften mit einander verbinden, müssen ebenfalls als Hauptwege bezeichnet werden, sie bilden nicht selten mit die Basis des Waldwegenetzes. Sie sind, wie bereits auf Seite 168 betont, in Bezug auf ihre Richtung, Lage, Gefäll genau zu prüfen, und etwaige Mängel derselben in dieser Beziehung auf der Karte und örtlich zu berichtigen. Kommt aber die Neuanlage, Einziehung oder Verlegung dieser Wege in Frage, so hat nach der Verfügung des Ministeriums für öffentliche Arbeiten vom 17. April 1881 die Wegepolizeibehörde zu beschließen. Daß hierbei die Wünsche der Forstverwaltung in Bezug auf Richtung des Vicinalweges im Walde, wie auch bezüglich etwa zu berührender Punkte in demselben thunlichst berücksichtigt werden, ist als Regel anzunehmen.

A. Für die Thalwege (Thalrandwege).

Darunter sind die die Thalzüge entlang ziehenden oder diese begrenzenden Wegrichtungen zu verstehen; sie sind deshalb von so

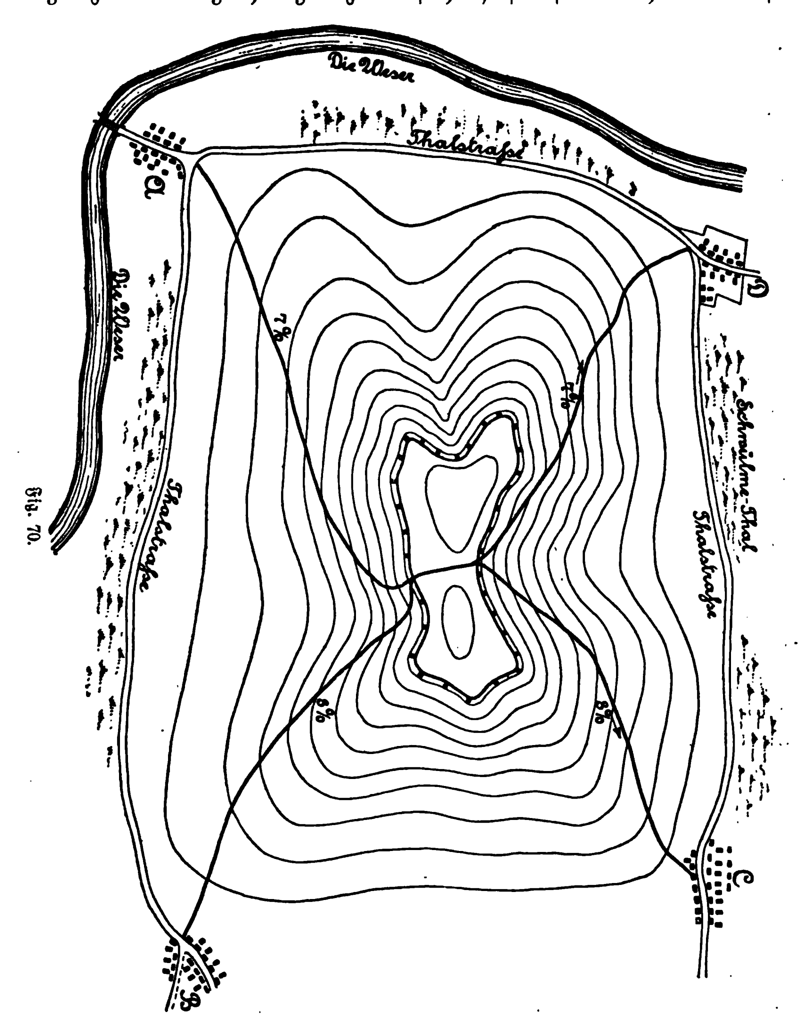


Fig. 70.

hoher Bedeutung, weil in sehr vielen Fällen durch zweckmäßige Auswahl und Verbindung der Anfangs- und Endpunkte des Thalzuges

nicht blos eine vortreffliche Basis für viele andere Wegkonstruktionen geschaffen, sondern auch ein Grenzweg zwischen Berghang und Thalebene gewonnen wird, welcher die am tiefsten gelegene Holzabfuhrlinie zur unmittelbaren oder mittelbaren Aufnahme der Walderzeugnisse von den Bergwänden bildet. Sie sind recht häufig auch zur Herstellung einer zweckmäßigen Abgrenzung der Kulturarten mit zu verwerthen.

Ihr Entwurf ist vorzugsweise von den Terrainverhältnissen, von der Lage, Richtung und Steigung der Thalzüge, von den Eigenthums- und Kulturgrenzen abhängig und muß dabei Folgendes berücksichtigt werden:

a) Auswahl und Bevorzugung von geraden, offenen, langgestreckten Längsthälern mit geringem Gefäll vor Querthälern, welche in der Regel zu kurz in ihrem Verlaufe, zu bedeutend in ihrem Gefäll, zu schmal und steil in ihren Einschnitten sind. Letztere kommen bei den Nebenwegen in Betracht.

b) Im Allgemeinen Vermeidung der Thalsohle aus waldbaulichen und Wegeunterhaltungs-Rücksichten.

c) Herstellung einer zweckmäßigen Scheidelinie zwischen Berghang und Thalebene, namentlich in breiten, zu Wiesen und Aeckern geeigneten Thalzügen. Dadurch werden die durch die Beschattung und Wurzeln entstehenden Nachtheile für die Ackergrundstücke beseitigt, durch die luftige und trockene Lage des Weges die Kosten der Wegeunterhaltung gemindert, und zudem ist das eingeschlagene Holz nur bergab zu transportiren. Die zu diesem Zwecke etwa erforderlichen Grenzregulirungen sind durch Kauf, Tausch oder Servitut durchzuführen. Treten aber hierbei nicht zu beseitigende Schwierigkeiten auf, so soll die Lage des Thalweges eine solche sein, daß nur so viel Waldfläche unterhalb desselben liegen bleibt, als die durch die Elevation beeinflußte Transportweite das Rücken der Hölzer bis zum Wege gestattet.

d) Das höchst zulässige Gefäll ist — wenn nöthig — auch diesen Wegrichtungen zu geben, doch ist wegen der nicht selten vorkommenden Unregelmäßigkeiten im Verlaufe der Grenze, des ungleichen Thalgefälles oder wegen nicht abzuschließender Grenzregulirungen ein Wechseln des Gefälles recht oft geboten; Gegengefäll ist indeß thun-

lichst zu vermeiden und nur unter den bereits angegebenen Gründen gerechtfertigt.

e) Bei wichtigen aber steil ansteigenden Thalzügen kann mitunter die Anlage von Serpentinen oder ein öfteres Ueberschreiten von einer Thalseite zur anderen in Frage kommen, wenn das Maximalgefäll diese Wegrichtungen nicht zum festzuhaltenden Endpunkte führt. In solchen Fällen sind auf der Terrainkarte flachere Abplattungen des Geländes, muldenförmige Einbiegungen des Terrains dazu auszuwählen und demnächst bei der örtlichen Absteckung mit Umsicht festzulegen. Ebenso sind die in den Thalzügen gelegenen flachen und breiten Terrainstellen zu Wegvereinigungspunkten ins Auge zu fassen.

B. Für die Höhenwege (Rücken-, Gebirgswege).

Als Höhenwege sind diejenigen Wegzüge anzusehen, welche entweder die Verbindung zwischen den auf den Wasserscheiden oder Rückenlinien auftretenden Gebirgssätteln herstellen, oder am Rande der Plateauebene oder über diese hinweg ihre Richtung nehmen. Sie vermitteln den Holztransport in der Regel nach zwei oder mehreren, aber in entgegengesetzten Richtungen liegenden Verbrauchsorten, trennen auch wohl Plateau vom Hange (Plateaurandwege) oder umschließen breitere und flach gewölbte Köpfe, und geben dadurch zur Abgrenzung von Kopfdistrikten Veranlassung. Beim Entwurfe dieser Richtungen ist daher auch der Waldeintheilung thunlichst mit Rechnung zu tragen und Folgendes zu beachten:

a) Die Gebirgssättel sind mit großer Umsicht auszuwählen; naheliegende, in ihren Höhen aber sehr von einander abweichende Sattelpunkte sind im Interesse der Waldeintheilung und Wegeprojekte weniger zu berücksichtigen, während weiter entfernt liegende von geringem Höhenunterschiede zu bevorzugen sind.

b) In Rücksicht darauf, daß die Höhenwege den Holztransport meist nach mehreren, aber in entgegengesetzten Richtungen liegenden Absatzorten vermitteln, ist bei ihnen ein Gefäll von 3 bis 5 pCt. im Interesse der Holzbringung und Wegeunterhaltung das günstigste. Höhere Gefällzahlen sind nur dann anwendbar, wenn die Holzabfuhr lediglich in der Fallrichtung stattfindet. Unter solchen Verhältnissen

können auch Sättel mit bedeutenden Höhendifferenzen berücksichtigt werden. Ein Wechseln in den Gefällverhältnissen ist mit Rücksicht auf passende Abgrenzung der Wirthschaftsfiguren statthaft.

C. Für die Höhenthalwege (Steigen, Berglandswege).

Darunter sind diejenigen Wegrichtungen zu verstehen, welche wichtige Terrainstellen resp. Punkte auf den Wasserscheiden oder die Höhenwege mit nicht minder wichtigen Stellen in den Thalzügen oder überhaupt mit tiefer gelegenen Punkten des Waldgebietes verbinden. Auf den Höhenzügen sind wieder die bereits mehrfach erwähnten Gebirgssättel oder Kreuzungspunkte von mehreren Absatzrichtungen ins Auge zu fassen, während in den Thalzügen Anknüpfungspunkte an die Thalwege — Brücken, Thalübergänge u. s. w. — oder die im Thalgebiete liegenden Holzverbrauchsstätten (Schneidemühlen u. s. w.) oder auch für den Holzabsatz wichtige Punkte an den allgemeinen Verkehrsadern in Frage kommen.

Folgende Punkte sind beim Entwurfe derselben von Bedeutung:

a) Rationelle Auswahl der vorhin erwähnten Punkte mit Rücksicht auf die Absatz-, Gefällverhältnisse und auf die gute Einmündung.

b) In Rücksicht darauf, daß die Höhenthalwege als wichtige Konkurrenzlinien anzusehen sind, soll ihre Richtung zwischen den Anfangs- und Endpunkten eine direkte sein und das Projekt lediglich auf die Holzabsatzverhältnisse sich stützen. Das Maximalgefäll ist aus diesem Grunde zur vollen Anwendung zu bringen und darnach zu bemessen, ob der Holztransport nur in der Fall- oder auch in der Steigrichtung stattfindet. Ein Wechseln in dem Gefäll ist nur gerechtfertigt, wenn schwierige Terrainstellen, tiefe Wasserrisse, Felspartieen u. s. w. dadurch umgangen oder die Ungunst derselben gemildert werden kann.

c) Die viel Kosten verursachenden Bauten von Wendestellen sind bei diesen, die Berghänge durchschneidenden Richtungen nur unter ganz besonderen Verhältnissen zulässig.

D. Für die Waldrandwege.

Als solche sind im Allgemeinen diejenigen Wege zu betrachten, welche ihre Richtung am Saume des Waldes, resp. an den Eigenthumsgrenzen des einzurichtenden Waldgebietes nehmen. Sie verbinden

nicht selten auch die Ausgänge von wichtigen Nachbarthälern und bewirken damit den Aufschluß größerer Waldflächen. Beim Entwurfe derselben sind im Großen und Ganzen dieselben Momente zu berücksichtigen, welche bei den Thalwegen angegeben wurden. Ihre Lage soll so projektirt werden, daß bei angrenzenden Wiesen- oder Ackerflächen eine zweckmäßige Kulturgrenze zwischen Wald und Acker geschaffen wird, wenn möglich keine oder nur unbedeutende Waldtheile unterhalb des Randweges liegen bleiben, und die kürzeste Abfuhrlinie nach außen gewonnen wird. Mit Rücksicht hierauf kann das Gefällprocent dieser Waldwege ein wechselndes, selbst ein angemessenes Gegengefäll gerechtfertigt sein. Maßgebend dafür ist der Lauf der Eigenthumsgrenzen und die eventuell vorzunehmende Abgrenzung der Kulturgebiete. Die besten Grenzwege ergeben sich bei gleichzeitiger Grenzregulirung. Auf die zweckmäßigste, thunlichst rechtwinklige Einlenkung der Randwege in die Thal- und anderen Hauptwege ist Bedacht zu nehmen.

Was die Entfernung der nach diesen allgemeinen Gesichtspunkten zu entwerfenden Hauptwaldwege anlangt, so ist die Angabe von festen Zahlen eine Unmöglichkeit. Die Verschiedenartigkeit der Terraingestaltung im Berg- und Hügellande, die Größe, der Umfang des Waldgebietes, die Betriebsart, Beschaffenheit der Waldungen — Brennholzwirthschaften, Reichthum an werthvollen Nutzhölzern — Holzabsatz- und Holzindustrieverhältnisse sind hierbei vor allem entscheidend.

II. **Für die Nebenwege** (Wirthschaftswege).

Die Nebenwege sollen die von den Hauptwaldwegen noch nicht berührten oder nicht hinreichend aufgeschlossenen Waldtheile aufschließen und bei einzutheilenden Waldungen auch zur Begrenzung der Wirthschaftsfiguren mit verwandt werden.

Bei ihrem Entwurfe ist also zu unterscheiden, ob sie lediglich für die Zwecke der Holzabfuhr oder auch für die der Eintheilung bestimmt sind. Im ersteren Falle, bei festzuhaltender Eintheilung im Walde, sollen sie auf dem kürzesten Wege, den Absatzrichtungen entsprechend, mit den Hauptwaldwegen an dazu passenden Stellen sich vereinigen. Hierzu ist auch diesen Wegen das bereits angegebene

Maximalgefäll zu geben und solches nur an Einmündungsstellen u. s. w. zu ermäßigen. Ihr Abstand ist nach theoretischen Grundsätzen derart zu bemessen, daß die jährlichen Zinsen der auf die Wegeanlage zu verwendenden Kosten, sowie der Einnahmeverlust in Folge Verminderung der holzproduktiven Fläche gleichkommen der jährlichen Ersparniß an Holzrückerlöhnen. Die Feststellung der diesen Grundsätzen entsprechenden mittleren Wegeabstände ist bis dahin noch nicht zum Abschlusse gelangt *). Man hält nach praktischen Erfahrungen bei ziemlich intensivem Betriebe und guten Absatzverhältnissen für sanft geneigte Berghänge einen Abstand von 180 bis 250 m und für stärker geneigte Hänge eine Entfernung von 150—180 m für zweckmäßig **).

Nach welchen Prinzipien die Nebenwege bei der Waldeintheilung zu entwerfen sind, darüber giebt letztere auf Seite 187 Auskunft.

Was die Darstellung des Waldwegenetzes auf der Karte betrifft, so werden die Schichtenlinien in der Weise benutzt, daß man nach Auswahl der Wegrichtung, der Anknüpfungs- und Kreuzungspunkte die muthmaßliche Weglänge mit dem Zirkel abgreift, die Schichtenabstände zählt, darnach das Gefällprocent und weiter die

*) Baurath Rheinhardt giebt hierüber in seinem Kalender Folgendes an: Die Wege müssen einen möglichst großen Waldkomplex aufschließen, sollen also im mehr ebenen Gelände das Holz von beiden Seiten her aufnehmen. Im Gebirge soll die größte Anrückentfernung bei Waldbeständen erster Bonität etwa 200 m, bei mittlerer Bonität 250—280 m, bei geringer Bonität 350—400 m betragen. In gut bestockten Waldungen wären hiernach in ganz ebenem Gelände pro ha rund 25 m Wege erforderlich, durchschnittlich sind aber pro ha in coupirtem Gelände 45 m, im Gebirge 55—60 m Wege herzustellen, in geringeren Lagen entsprechend weniger.

**) Im Uebrigen kann auch an dieser Stelle nicht genug betont werden, daß es in unserer erfindungsreichen Zeit räthlich ist, die Waldwege nur in großen Zügen auszubauen; es ist die Wahrscheinlichkeit nicht ausgeschlossen, daß die leichte Herstellung schmalspuriger Schienenwege, überhaupt anderer Transport-Einrichtungen auf Zahl und Richtung der Waldwege nicht ohne Einfluß sein werden. Jedenfalls ist beim Einschlag von größeren Holzmassen und beim Transport derselben auf größere Entfernungen und nach Verbrauchsorten oder Lagerplätzen eine vergleichende Kostenberechnung darüber anzustellen, ob statt der Wegebauten nicht Waldeisenbahnen herzustellen sind. (Vgl. Runnebaum, Die Waldeisenbahnen. Berlin 1886. Verlag von Julius Springer.)

Schnittlänge von Curve zu Curve berechnet ($100 : p = l : h_n$). Mit dieser Länge wird, vom Anfangspunkte ausgehend, der Schnitt bis zur nächsten Curve, von hier aus bis zur folgenden und weiter bis zum Endpunkte ausgeführt und durch Verbindung der Schnittpunkte mit einander die Lage der Wegrichtung für das angenommene Gefällprocent auf der Karte bestimmt. Es empfiehlt sich, dieses Einzeichnen mit „Blau" vorzunehmen.

II. Entwurf der Wirthschaftsfiguren auf der Terrainkarte.

An die Projektirung des Waldwegenetzes reiht sich der Entwurf des Waldeintheilungsnetzes. Unter Befolgung des auch hierbei zu beachtenden Grundsatzes, nämlich vom Großen in's Kleine zu arbeiten, sind zunächst Haupt-Eintheilungs-Abschnitte nach den auf Wirthschaft und Bonität wesentlich einwirkenden wichtigsten natürlichen Terrainlinien, wie Hauptlängsthäler, Gebirgsrücken, Hochebenengrenzen u. s. w., und nach den allgemeinen Verkehrsadern zu bilden. Dabei ist die wichtige Frage in Erwägung zu ziehen, ob nicht die bereits projektirten Hauptwaldwege neben ihrem eigentlichen Zwecke auch dem der Abgrenzung von Wirthschaftsfiguren dienen können. Nach unseren Erfahrungen sind dazu die Höhen- resp. Plateaurandwege fast immer, sehr oft auch die Thalwege, die Höhenthalwege jedoch höchst selten und nur dann zu verwenden, wenn diese den Richtungen in den Thalzügen mehr oder weniger parallel laufen und bei ihren Anknüpfungspunkten nicht zu spitzwinklige Figuren bilden.

An den Entwurf eines solchen Hauptnetzes schließt sich die Bildung des Nebennetzes, welches die großen Terrainabschnitte noch derartig zerlegt, daß Wirthschaftsfiguren von thunlichst gleicher Standortsgüte wie Größe entstehen, und welche zugleich gesicherte Anhiebe und eine rationelle Aneinanderreihung der Schläge gestatten. Die wesentlichsten, bei dieser weiteren Theilung zu berücksichtigenden Gesichtspunkte dürften etwa folgende sein:

a) Zweckmäßige Trennung der Terrainflächen nach der Bonität des Standortes. Während in den Flachlandsforsten der Grad der Standortsgüte bei den mehr gleichmäßigen Einwirkungen der klima-

tischen Faktoren hauptsächlich von der Bodenart und ihrer mineralischen Zusammensetzung abhängig ist, treten die Einflüsse der Witterung im Berglande und Gebirge weit prägnanter hervor und spielen darum hier bei der Eintheilung eine weit größere Rolle. Aus diesem Grunde sind die Verschiedenheiten der Expositionen überall da, wo dieselben die Bonität wesentlich bestimmen, in erster Linie zu berücksichtigen; so sind die Nord- und Osthänge als die gegen schädliche Einwirkungen von Sonne und Wind geschützten und daher besseren Lagen von den schlechteren, sich meist scharf markirenden Süd- und Westlagen zu trennen, und demzufolge bei den von Osten nach Westen oder von Norden nach Süden verlaufenden Gebirgszügen die als scharfe Bonitätsgrenzen auftretenden Rückenlinien als Begrenzungslinien zu wählen. Ebenso wird man als letztere diejenigen Standortsgrenzen in's Auge zu fassen haben, welche für die Ausscheidung von Terrainkuppen, die Bildung von s. g. Kopfdistricten oder die Trennung von Plateau und Hang als Anhalt dienen können (siehe Tafel 7).

b) Herstellung von möglichst regelmäßigen Eintheilungsfiguren, soweit die Bodenkonfiguration dieses gestattet. Auf den ausgedehnten Hochebenen — Plateaus — wird die Bildung regelmäßiger Figuren möglich sein (Tafel 7); es ist hierbei aber vor allen Dingen die Sturmrichtung mit zu berücksichtigen. Die Hauptbegrenzungslinien haben thunlichst die Lage der Hauptsturmrichtung zu nehmen und die Nebentrennungslinien sind senkrecht auf diese zu entwerfen. Daß weiter das Netz in Bezug auf seine Anknüpfung und Ausmündung nach der Eintheilung sich mit zu richten hat, welche für die an das Plateau stoßenden Hänge entworfen wurde, ist erklärlich.

c) Zweckmäßige Zerlegung der Berg- und Gebirgshänge von längerer Erstreckung und beträchtlicher Höhe.

Es kann hier die Zerlegung der Hänge in Flächenabschnitte entweder durch Hangwege (Etagenwege) oder durch von der Höhe nach dem Fuß des Hanges verlaufende natürliche oder künstliche Terrainlinien, wie auch durch Kombination von beiden, geschehen. Welchem Verfahren der Vorzug zu geben ist, muß in jedem einzelnen Falle auf Grund der Betriebs-, Verjüngungsart, Transportmethode, der Terrainbeschaffenheit, der dem Walde drohenden Gefahren

genau geprüft werden. In Waldgebieten, wo die natürliche Verjüngung die Regel bildet, dem Ausbau der Fahrwege zufolge der Terrainverhältnisse wenig Schwierigkeiten bereitet werden, und Nachtheile von den den Hang anschneidenden Erdabträgen (Bodenaustrocknung, Senkung des Grundwasserstandes, Sturmbeschädigungen) kaum zu befürchten sind, wird man aus wirthschaftlichen Gründen gern die obere und untere Begrenzung der Wirthschaftsfigur durch Wegzüge und die seitliche Begrenzung durch natürliche oder künstliche Terrainstreifen bevorzugen (siehe Tafel 6).

Beim Entwurf dieser Hangwege ist dann darauf zu achten, daß sie nicht zu starkprocentig (am besten 0,5—3 %) angelegt werden, ihr Gefäll nach der Form der Wirthschaftsfigur sich mitrichtet, die längere Seite derselben durch den Wegzug begrenzt wird, ihre Vereinigung mit den Hauptwaldwegen an dazu passenden Stellen und nicht zu spitzwinklig (nicht unter 30°) geschieht und ihr Abstand nach der Größe der Wirthschaftsfigur und nach dem Verhältnisse des Wegebauaufwandes zu den Holzbringungskosten rationell bemessen wird.

In Waldungen hingegen, wo die künstliche Verjüngung in langen Schmalschlägen die Regel bildet, oder wo die Berghänge wegen ihrer Beschaffenheit (Steilheit, Höhe und Form rc.) den Ausbau der Waldwege sehr theuer machen, dieser auch andere Nachtheile im Gefolge hat, und das Anrücken der Hölzer an die Wege überhaupt fast unmöglich ist, da dieselben nicht zu halten sind und gleich über die Wege hinweg bis zu Thal schießen, dort ist ein Netz aus lauter Fahrwegen mit geringen Abständen kaum gerechtfertigt. In solchem Fall ist die Anlage der Nebenwege auf ein Minimum zu beschränken, und ein zweckmäßiger Ersatz derselben durch andere Bringungsanstalten ins Auge zu fassen. Nach dem jetzigen Stande der Erfahrung werden die Hauptthalzüge, welche ihren Ausgang zu den allgemeinen Verkehrsstraßen oder Verbrauchsorten finden, zur Anlage von Hauptwaldwegen (event. Waldeisenbahnen) in erster Linie ausersehen, und muß zu diesen die Holzbringung je nach den Terrainverhältnissen durch feste und transportable Holzriesen, durch schmale Schleif- und Schlittwege, durch Seilen, oder auch durch Drahtseilriesen u. s. w. bewerkstelligt werden. Man wird in solchem Terrain die obere Grenze der Wirthschaftsfigur durch den Rücken (Höhenwege), die untere durch das Thal

(Thalwege) und die seitliche Begrenzung durch vertikal von oben nach unten laufende Terrainlinien am zweckmäßigsten bilden. Hierbei tritt nun noch recht oft die Frage auf: ob die an den Hängen vorkommenden Rippen (Kanten) oder die Buchten (Schluchten) als Trennungslinien zu wählen sind. In vollständig geschützten Lagen wird man mit Rücksicht auf das Anrücken der Hiebsergebnisse die Bucht bevorzugen, während in exponirten Oertlichkeiten, wo beide, die Terrainausbuchtung sowohl als Einsenkung, parallel zur Windrichtung, also offen gegen dieselbe gerichtet sind, die Theilung auf der Rippe erfolgen muß. Letztere gewährt besseren Schutz, weil das Holz kürzer und gut bewurzelt ist, eine geringere Angriffsfläche dem Winde (überfallenden Winde) bietet, und außerdem der Boden ärmer und schlechter ist.

Soweit neben diesen natürlichen Theilungslinien noch künstlich einzulegende Trennungslinien in Frage kommen, sind solche rechtwinklig auf die Schichtenlinie (Richtung des größten Gefälls) zu entwerfen, so daß sie gute Anhiebe gestatten, Fällungsbeschädigungen thunlichst ausschließen, als feste Leitlinien für die stets in der Horizontalen auszuführenden Saaten und Pflanzungen dienen können, wie auch noch am besten zum Holzrücken zu verwenden sind. Begreiflich ist es, daß bei diesen Begrenzungslinien auf guten Anschluß, Aneinanderreihung — keine Staffelung — Bedacht genommen wird.

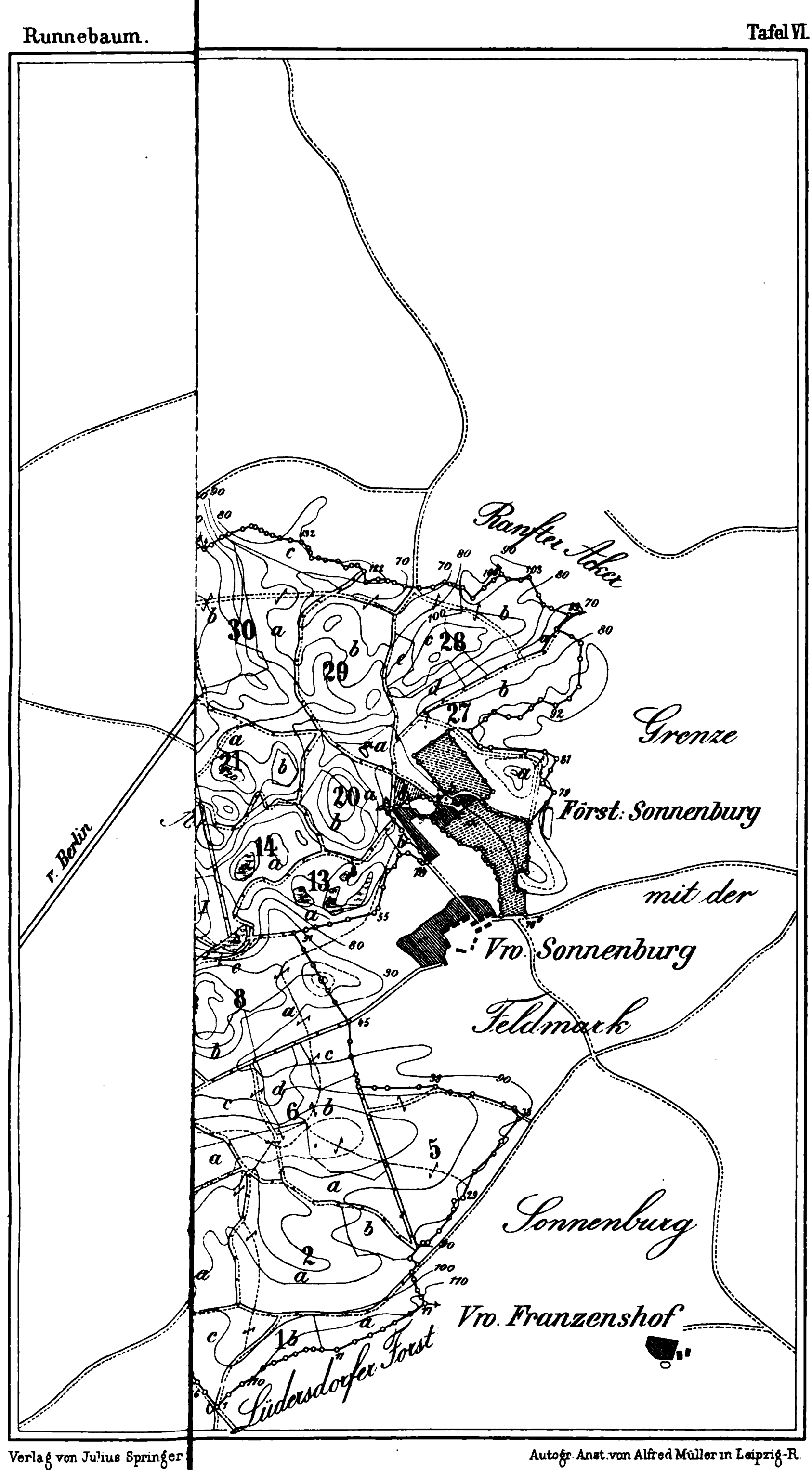
d) Mit Rücksicht auf die innerhalb der Wirthschaftsfigur anzustrebende Wirthschaftseinheit ist es empfehlenswerth, die Bestandesabtheilungsgrenzen mitzubeachten, wenn Form, Lage, Größe der Figur durch einen solchen Anschluß nicht beeinträchtigt werden.

Tafel 6 und 7 stellen die Wegenetzlegung und Waldeintheilung von einigen Theilen der Oberförstereien Freienwalde und Meißner dar.*)

III. Örtliche Absteckung der Begrenzungslinien.

Was die Absteckung der geradlinigen Begrenzungslinien anlangt, so kann auf Seite 159 hingewiesen werden. Beim Abstecken krummliniger Trennungslinien, die zugleich als Fahrwege demnächst benutzt werden sollen, findet die Anwendung eines Pendelinstruments

*) Erstere wurde unter meiner Leitung, letztere seitens der Taxations-Kommission in Kassel ausgeführt.



Verlag von Julius Springer. Autogr. Anst. von Alfred Müller in Leipzig-R.

statt, welches die direkte Uebertragung des Gefällprocents ausführt, und wobei folgende Regeln zu beachten sind:

a) Im Interesse des Holztransportes, des Wegausbaues sowie der Wegunterhaltung ist das **Gefällprocent** des Entwurfs thunlichst **gleichmäßig** auf allen Stationspunkten anzuwenden. **Gefällsveränderungen** sind nur unter besonderen Terrainverhältnissen und für bestimmte Zwecke zulässig, so bei Uebergängen über tiefe Schluchten, Wasserrisse, an Wegkreuzungs- und Wegsammelstellen u. s. w. und alsdann nur mit **allmähligem** Uebergang (2—3 % auf ca. 30 m Abstand) auszuführen*) (Fig. 71 u. 72).

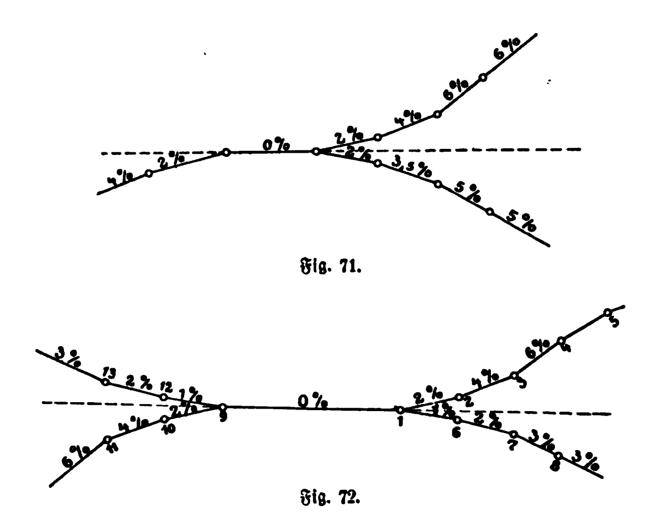


Fig. 71.

Fig. 72.

b) **Lage und Entfernung der Stationspunkte** sind mit Rücksicht auf die Kosten des Ausbaues und auf die gute Fahrbarkeit der Weglinie zu bestimmen. Man sucht daher letztere möglichst an das Terrain anzuschmiegen, bedeutende Auf- und Abträge zu vermeiden, damit nicht durch ein zu starkes Anschneiden der Hänge eine nachtheilige Austrocknung des oberhalb gelegenen Geländes stattfindet und die Kosten nicht zu bedeutend werden. Langgestreckte Dämme von

*) In Waldweg-Curven bei 10 m Radius kann man ein Maximalgefäll von 4 %, bei 15 m Radius 6 % und bei 25 m Radius 8 % annehmen

mehr als 0,8 m Höhe sind für das Anrücken der Hölzer ohnehin sehr unbequem. Auf gleichmäßig gekrümmten und sonst regelmäßig geformten Terrainflächen können die Stationen in gleichmäßigen Entfernungen (20—40 m) festgelegt werden, während bei ungleichmäßig gestaltetem Terrain, in welchem etwa kleine Erhöhungen und Vertiefungen im steten Wechsel auftreten, weniger auf den Abstand als darauf Bedacht zu nehmen ist, daß die Lage der Stationspunkte die durchschnittliche Terrainbeschaffenheit bezeichnet.

c) Die Markirung der Stationspunkte im Terrain geschieht durch Grund- (Niveau-) und Nummerpfähle.

d) Kommt man mit dem nach der Terrainkarte ermittelten Gefällprocent nicht genau auf den zu erreichenden Endpunkt, so nimmt man von letzterem aus eine Rückwärtsabsteckung mit geringfügig verändertem Gefäll vor, welche die erste Absteckung alsbald wieder zu treffen sucht.

Die dieser ersten (provisorischen) Absteckung folgende definitive Festlegung der Stationspunkte hat die Niveaulinie der Längsrichtung des Wegezuges endgültig festzustellen. Sie rundet deshalb die durch die erste Absteckung entstehenden unregelmäßigen Ketten von Geraden ab (streckt den Wegezug), verändert event. auch wohl nach den unter a angegebenen Punkten das Gefällprocent und führt die Absteckung von Curven an Schnitt- und Einmündungsstellen von mehreren Wegrichtungen und dort noch aus, wo unregelmäßige scharfe Rücken zu umgehen, tiefe und enge Thäler zu durchschneiden und wasserführende Gräben zu überschreiten sind.

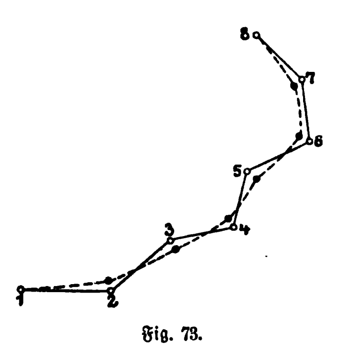


Fig. 73.

Was die **Abrundung** anbetrifft (Fig. 73), so ist diese in den meisten Fällen nach dem Augenmaße mit Benutzung von Absteckstäben und Pendelinstrument unter Beachtung des Satzes vorzunehmen, daß die Weglinie bequem fahrbar gemacht, eine Ausgleichung zwischen Auf- und Abtrag in geeigneten, möglichst kurzen Entfernungen bewirkt und so eine kostspielige Erdbewegung vermieden

wird. Die hierdurch eingetretenen seitlichen Verschiebungen der Stationspunkte werden bezüglich ihrer Höhen — wie viel event. auf- oder abzutragen ist — mit Hülfe von Visirkreuzen oder auch mit Pendelinstrumenten bestimmt und örtlich bezeichnet. Erfordern schwierigere Terrainverhältnisse die Aufnahme und Zeichnung von Längenprofilen, so ist nach den auf Seite 136 angegebenen Grundsätzen zu verfahren.

Bei der Curvenabsteckung ist die richtige Bemessung der Länge des Curvenradius von Wichtigkeit, und die Festlegung der Tangential- und Curvenpunkte zwischen denselben nach Zweck und Bedeutung der Waldwegcurve auszuführen. Das zulässige Maß des Curvenradius ist vorzugsweise abhängig von der Länge der belasteten Fuhrwerke, von der Breite des Weges und von der Beschaffenheit der nächsten Umgebung der Fahrbahn. Durch die Formel $r = \frac{l^2}{4\,b}$ (l gleich Länge des Fuhrwerkes und b gleich Wegbreite) ist der Minimalradius zu berechnen. Nach praktischen Erfahrungen genügt für gewöhnliche Wegbreiten (5—6 m) und ein Gefäll bis zu 5 % ein Minimalhalbmesser von 9 m beim Brennholztransporte, von 13—15 m beim Langholztransporte, wenn eine Lockerung des Hinterwagens möglich, und von 15 bis 20 m, wenn letztere ausgeschlossen ist. Kann nun die Wegcurve innerhalb der Winkelschenkel liegen — zulässig bei mäßigem Gefäll — so muß der Curvenabsteckung die Bestimmung der Tangentialpunkte — Anfangs- und Endpunkt der Curve — vorausgehen. Zu diesem Zwecke werden auf den Nivellementslinien ac und ba (Fig. 74) gleiche, aber beliebig lange Stücke abgemessen, die Linie dh halbirt und an verlängert. In d errichtet man auf ac die Perpendikel von der Länge des Curvenradius und ferner in e die Senkrechte eq. Durch den Schnitt der Linien af und eq ist der Curvenmittelpunkt g und damit sind auch die Tangentialpunkte t und t' bestimmt.

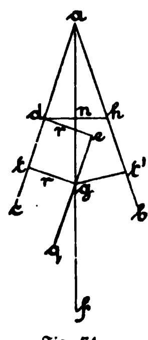


Fig. 74.

Die Ermittelung der Curvenpunkte zwischen den Anfangs- und Endpunkten geschieht im flachen und wellenförmigen, durch Holzwuchs nicht zu sehr verwachsenen Terrain am einfachsten mit Hülfe der

Schnur. Mittelst dieser schlägt man einen Kreisbogen mit dem Radius der Wegcurve und fixirt auf diese Weise durch Absteckstäbe und Pfähle den Verlauf derselben. Unter schwierigen Terrainverhältnissen führt die Einrückungs- oder Koordinatenmethode am einfachsten zum Ziele. Ist nach untenstehender Figur 75 B der Anfangspunkt der Curve, so wird für die Abscisse x ein bestimmtes Maß (3—5 m) angenommen und in C eine Senkrechte y konstruirt, deren Länge nach der Formel $y = r - \sqrt{r^2 - x^2}$ berechnet oder aus Tabellen entnommen wird; hierauf wird BC_1 um die Größe x bis D verlängert und in D die Ordinate gleich 2 y errichtet. Dieses Verfahren wiederholt man bei jedem Bogenpunkte, indem man alle folgenden Ordinaten

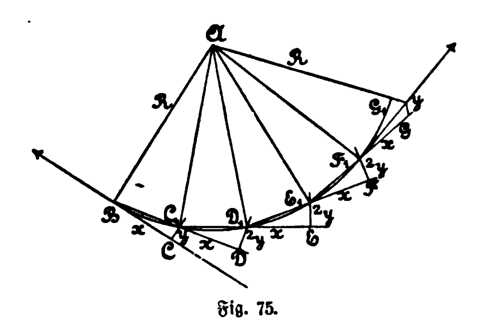


Fig. 75.

gleich 2 y macht. Soll die Curve aufhören, so hat man, um in gerader Richtung weiter zu gehen, die Ordinate des letzten Bogenpunktes wieder gleich der des ersten, also $GG_1 = y$ zu machen, um dann in gerader Verlängerung von F_1G_1 fortzugehen. Kann der Gefäll- oder Terrainverhältnisse wegen die Absteckung innerhalb der Winkelschenkel nicht stattfinden, so muß der Bogen aus dem Winkelschenkel heraustreten, wie Fig. 76 zeigt. Empfehlenswerth ist es in solchen Fällen, überhaupt bei schwierigen, complicirten Zusammenführungen von Wegen (Abstecken von sog. Tellerkurven), das graphische Verfahren zu benutzen, d. h. auf Grund einer genauen Messung eine Zeichnung anzufertigen, die Construction auf dieser vorzunehmen und dann dieselbe ins Terrain zu übertragen.

IV. Örtliche Sicherung der Absteckung.

Kann der Ausbau der Wegezüge (Districtswege) der Absteckung nicht sofort folgen, so ist letztere im Terrain genügend zu sichern. Dieses geschieht durch Herstellung von Niveaupfaden, von Niveauplatten, von Stichgräben, Erdhügeln, Wegschablonen und farbiger Bezeichnung der Bäume.

Was die Anfertigung der Niveaupfade anbetrifft, so wird die Wegrichtung in ihrer ganzen Länge in Form eines 0,5—1 m breiten Planums ausgebaut. Derartige Pfade sichern das Niveau des Weges für den späteren Ausbau am besten, erhalten sich im koupirten Terrain

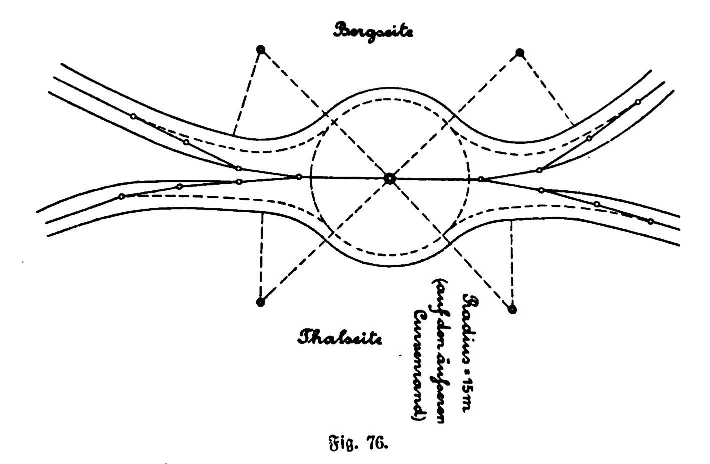


Fig. 76.

lange Zeit, ohne unkenntlich zu werden, dienen sofort als Wirthschaftswege für die Beamten, sind billig herzustellen und überall dort zu bauen, wo die Erhaltung des Niveau von besonderer Wichtigkeit ist, nämlich an steilen Hängen, da hier kleine seitliche Verschiebungen der Weglinie große Aenderungen in den Gefällverhältnissen zur Folge haben. Die Niveauplatten kommen nur streckenweise in Anwendung, vor allem an Gefällwechselpunkten und bei einem geringeren Grad von Steilheit des Terrains, wo der Einschnitt des schmalen Niveaupfades die Weglinie nicht kenntlich genug macht; sie werden in größerer Breite wie die Niveaupfade, etwa in doppelter

Breite, und in einer Länge von 2—3 m angefertigt. Unter **Wegschablonen** sind 4—5 m lange, in voller Breite ausgebaute Wegstücke zu verstehen, welche allerort in Anwendung zu kommen haben, wo die künstlichen Trennungsstreifen auf die Wegezüge stoßen.

Erdhügel mit Stichgräben (2 m lang, 0,5 m breit und tief) sowie der **Anstrich mit Oelfarbe** an Stämmen sind im ebenen und wellenförmigen Terrain anzuwenden, wo es auf die Erhaltung der Wegrichtung ankommt.

Ein Hauptgesichtspunkt muß es bei den Sicherungsarbeiten sein, dieselben so einzurichten, daß sie den Wegausbau zugleich vorbereiten, die auf die Sicherung verwendeten Kosten also dem letzteren zu Gute kommen.

Neben einer derartigen örtlichen Sicherung der Begrenzungslinien ist der **Aufhieb** derselben nach denselben Gesichtspunkten zu bewerkstelligen wie auf Seite 162 angegeben. Ist es bei ausgedehnten Aufhieben und bei besonderen Terrain- und Bestandesverhältnissen erwünscht, dieselben zunächst nicht in voller Breite auszuführen, so ist es empfehlenswerth, sie unterhalb der Niveaulinie zu unterlassen. Nach Mittheilung auf Seite 162 ist die Breite des Aufhiebs gemäß der Fahrbarkeit der Begrenzungslinien zu bemessen.

Bezüglich der zur Abgrenzung der Wirthschaftsfiguren zu benutzenden Wegzüge sind folgende Regeln der Waldwegebautechnik beachtenswerth:

Die Planumbreite d. h. die Breite der Fahrbahn und der beiderseitigen Bankette ist vor allem abhängig von der Frequenz, vom Zwecke der Wegerichtung, von der Bauart der ortsüblichen Fuhrwerke*) (Spurweite) und von manchen Nebenzwecken (Aufsetzen der Hölzer auf dem Wegkörper, Bodenart, disponiblen Geldmitteln u. s. w.). Je nach diesen Verhältnissen werden die Fahrwege entweder zweispurig oder einspurig angelegt. Die zweispurige Wegbreite muß bei den Hauptwaldwegen die Regel bilden. Sie gewährt den Vortheil, daß die sich begegnenden Fuhrwerke leicht ausweichen können, daß

*) Die durchschnittliche Länge von 2—4 pferdigen Fuhrwerken ist zu 10 m, deren Breite zu 2,5 m anzunehmen. Die Spurweite beträgt in Süddeutschland meistens 1,1—1,2 m, in Preußen 1,52 m von Mitte zu Mitte der Radreifen.

mit den Geleisen mehr gewechselt werden kann, daß die Wege besser und rascher abtrocknen und nebenbei auch zum Aufsetzen des Holzes dienen können. Diesen Zwecken entspricht eine Breite von 5—7 m, die für sehr frequentirte Richtungen auch wohl bis auf 6—8 m erweitert wird.

Die einspurige Breite genügt für alle Wege von untergeordneter Bedeutung (Wirthschaftswege). Ihre Minimalbreite ist, abgesehen von etwaigen Begrenzungsgräben, danach zu bemessen, daß neben der mittleren Wagenbreite (2,0—2,5 m) der nöthige Raum

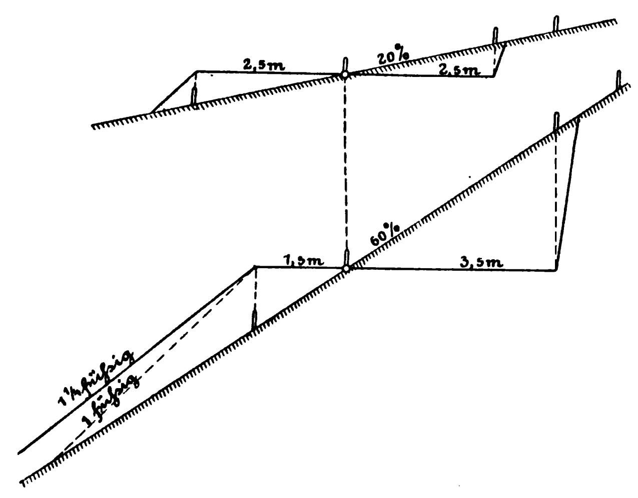


Fig. 77.

für das Ueberschreiten der Geleise bei nassem Wetter und der Gang für den Fuhrmann verbleibt. Diesen Anforderungen entspricht eine Breite von mindestens 3,5 m, soweit nicht Krümmungen, Ausweichestellen streckenweis eine Verbreiterung bedingen. Was das Ablegen der Wegebreite im Terrain anlangt, so ist zu berücksichtigen, daß zur Herstellung eines horizontalen Wegplanums am Berghange einerseits ein Einschnitt (Abtrag) in die Bergwand und andererseits eine Aufschüttung (Auftrag) nach der Thalseite zu erforderlich ist (Fig. 77). Das Verhältniß der Breite des Einschnittes zu der des Auftrages ist je nach den Neigungsverhältnissen des Terrains, nach der Bodenkon-

figuration und nach der Gebirgsart verschieden, wenn man von der Voraussetzung ausgeht, daß die Auf- und Abträge auf den festgelegten Stationspunkten sich thunlichst ausgleichen, weitere Erdbewegungen vermieden werden und keine Nachrutschungen der Erdmasse stattfinden sollen. So ist konstatirt, daß zur Gewinnung eines 5 m breiten horizontalen Planums (Fig. 77) in einem Terrain von 45—60 % Neigung von den Stationspunkten aus 3,5 m Abtragsbreite erforderlich sind, um das Nachrutschen der aufgeschütteten Erdmassen zu verhindern. Dahingegen genügen in einem Terrain von 25 % Neigung 2,5 m breite Einschnitte für eine 2,5 m breite Anschüttung.

Nach den in der Provinz Hessen-Nassau beim Ausbau von Waldwegen gewonnenen Zahlen sind auf den härteren Gesteinsarten zur Herstellung eines 5 m breiten Planums folgende Verhältnißzahlen beachtenswerth:

bei einer Berg-Neigung

von	1—25 %	2,5	m	Abtragsbreite	bis	2,5	m	Auftragsbreite
„	25—45 „	3,0	„	„	„	2,0	„	„
„	45—60 „	3,5	„	„	„	1,5	„	„
„	60—70 „	4,0	„	„	„	1,0	„	„
„	70—80 „	4,5	„	„	„	0,5	„	„
„	über 80 „	5,0	„	„	„	0	„	„

Unter Beachtung derartiger Zahlen ist die Breite von den Stationspunkten aus nach der Berg- und Thalseite im Terrain zu markiren, dabei ist aber noch zu berücksichtigen, daß es zur Herstellung einer gut fahrbaren Curve über enge Schluchten, scharfe Bergrücken mitunter nothwendig wird, die ganze Wegbreite unterhalb bezw. oberhalb der Niveaupunkte abzulegen und auf den angrenzenden Stationspunkten alsdann diese Modifikationen zu beachten.

Im Uebrigen wird in Betreff der Vermalung der Begrenzungslinien, sowie der örtlichen und kartenmäßigen Bezeichnung der Wirthschaftsfiguren auf die Seite 163 verwiesen und bezüglich der Nummerirung noch bemerkt, daß diese auch in der Richtung der Hiebsfolge geschieht (Tafel 7).

Unerwähnt soll am Schlusse nicht bleiben die Schlageintheilung, welche in früheren Zeiten in manchen Staaten bei allen Betriebsarten angewandt wurde, jetzt freilich nur noch in Frage

kommt bei kurzen Umtriebs- oder Umlaufszeiten, so beim Nieder-, Mittel- und Plänterwaldbetriebe.

Sie besteht der Hauptsache nach darin, daß der zu dem erwähnten Betriebe bestimmte Waldkörper (bezw. die Haupttheile desselben, Blöcke) in so viel Flächenabschnitte (Jahresschläge) eingetheilt wird, als der Umtrieb Jahre zählt. Diese Wirthschaftsfigur unterscheidet sich demnach von der des Hochwaldbetriebes hauptsächlich dadurch, daß die Größe des Schlages durch die Umtriebszeit bezw. Umlaufszeit bestimmt wird, und die Nutzung in derselben sich auf kurze Zeiträume beschränkt.

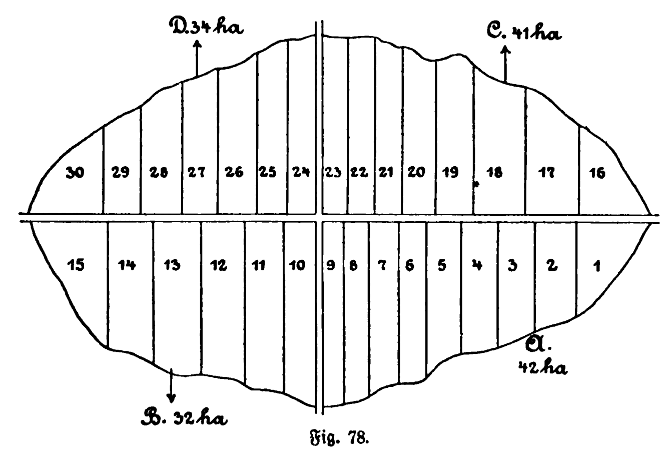


Fig. 78.

Die für die Zwecke der Schlageintheilung vorzunehmenden Arbeiten reihen sich zweckmäßig in folgender Weise aneinander:

1. Die Aufnahme und kartographische Darstellungen des Waldes mit seinem vorhandenen bezw. zu ergänzenden Verkehrsnetze (Wasser-, Landwegen), Ermittelung der Betriebsfläche, Festsetzung der Umtriebsresp. Umlaufszeit und die Bestimmung der Größe der Jahresschläge aus dem Quotienten der Fläche und der Umtriebszeit bilden die Vorarbeiten der Schlageintheilung.

2. Dann folgt der Entwurf des Hauptnetzes auf der Karte derartig, daß dasselbe von Hauptabfuhrwegen, Gräben, resp. natürlichen Terrainlinien begrenzt wird, und in seinen Größenverhältnissen keine zu erheblichen Abweichungen zeigt (Figur 78).

3. Weiter zweckmäßige Zerlegung dieser Flächenabschnitte in die einzelnen Schläge (Jahresschläge) mit Rücksicht darauf, daß passende Flächengrößen — keine zu bedeutende Abweichungen in den Schlägen — gebildet, gute Formen erzielt und rationelle Richtungen eingeschlagen werden. Wo keine Terrainhindernisse auftreten, wird man die regelmäßigen Figuren mit parallelen Richtungen ihrer langen Seiten und mit ihrer Ausmündung auf die Hauptwege bevorzugen, jedoch auch die Anlehnung an die gegebenen Naturgrenzen zu berücksichtigen haben (Figur 78).*)

4. Endlich örtliche Festlegung und Sicherung der Einzelschläge. Die Absteckung der auf der Karte projektirten Schlaggrenzen geschieht nach den auf Seite 159 angegebenen Gesichtspunkten. Ein Aufhieb der Schlaggrenzen auf 0,5—1,0 m, sowie eine Vermarkung der Eckpunkte, sei es durch 1—1,5 m lange eiserne Stäbe mit römischen Schlagnummern oder durch Erdhügel mit Stichgräben und Anstrich der Grenzbäume mit Oelfarbe, bilden den Schluß der Arbeit.

---

*) Man hat auch vorgeschlagen, anstatt dieser einfachen kunstlosen Schlageintheilung die Standortsgüte oder Bestandesgüte zu berücksichtigen und eine nach dem Verhältniß dieser beiden Faktoren zu bemessende Schlageintheilung zu wählen (s. g. proportionale Schlageintheilung). Eine derartige Eintheilung hat aber den Nachtheil, daß es äußerst schwer ist, die Standortsgüte genau zu bestimmen und die praktische Durchführung nicht minder mit wirthschaftlichen Schwierigkeiten verknüpft ist. Die Eintheilung in gleiche oder annähernd gleich große Schläge entspricht mehr dem praktischen Bedürfnisse. Beabsichtigt man annähernd gleiche Schlagerträge zu gewinnen, so mag man die Jahresschläge vergrößern oder verkleinern, je nachdem solche geringere oder bessere Bestände treffen.

Druck von G. Bernstein in Berlin.

